

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 9 月 18 日 (18.09.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/077027 A1

(51) 国際特許分類⁷: G03B 21/60
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/03090
(22) 国際出願日: 2003 年 3 月 14 日 (14.03.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2002-70572 2002 年 3 月 14 日 (14.03.2002) JP
特願2003-58008 2003 年 3 月 5 日 (05.03.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 久保田 重夫 (KUBOTA,Shigeo) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区

北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 大迫 純一 (OHSAKO,Junichi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 柿沼 正康 (KAKINUMA,Masayasu) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 下田 和人 (SHIMODA,Kazuhito) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA,Tomoyuki); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 三好内外特許事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

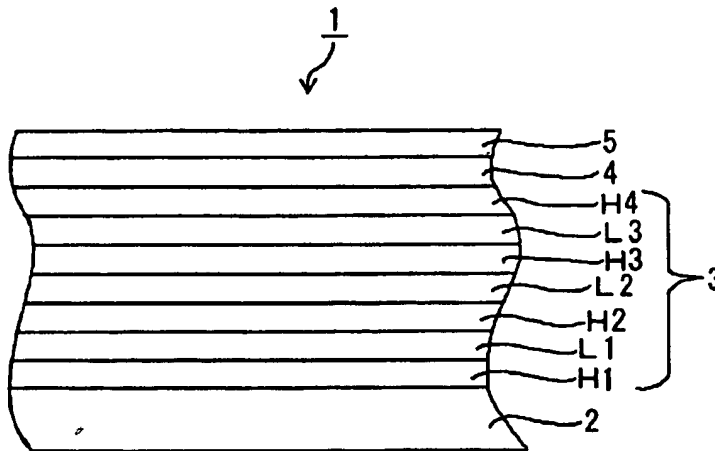
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: PROJECTION SCREEN

(54) 発明の名称: 投影用スクリーン



(57) Abstract: A projection screen capable of providing a clear and sharp image thereon without being affected by the brightness of a projection environment. The projection screen displays an image by projecting the narrow-band primaries wavelength band light, and includes on a screen substrate (2) an optical thin film (3) having a high reflection characteristic to the narrow-band primaries wavelength band light and a high transmission characteristic to the visible wavelength band light other than the aforementioned wavelength band light. In the projection screen, the optical thin film (3) plays a role as a so-called a band filter. That is, the optical thin film (3) functions as a

narrow-band primaries wavelength band filter having the effect of particularly reflecting the narrow-band primaries wavelength band light and substantially transmitting the light of the other wavelength, thereby separating these two kinds of light.

(57) 要約: 映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像である。本発明に係る投影用スクリーンは、狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、上記狭帯域三原色波長域光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜 (3) をスクリーン基板 (2) 上に備えることを特徴とするものである。以上のように構成された本発明に係る投影用スクリーンにおいては、光学薄膜 (3) はいわゆる帯域フィルターとしての役割を果たす。すなわち、上記光学薄膜 (3) は、特に狭帯域三原色波長域光を反射させ、これ以外の波長の光はおおよそ透過させることにより、これらを分離する作用を持つ狭帯域三原色波長帯域フィルターとして機能する。





2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明細書

投影用スクリーン

5 技術分野

本発明は、投影用スクリーンに関するものであり、特に、明光下でもプロジェクター光による投影画像が良好に認識できる投影用スクリーンに関する。

10 背景技術

近年、会議等において発言者が資料を提示する方法としてオーバーヘッドプロジェクターやスライドプロジェクターが広く用いられている。また、一般家庭においても液晶を用いたビデオプロジェクターや動画フィルムプロジェクターが普及しつつある。

- 15 これらプロジェクターの映写方法は光源から出力された光を、例えば透過形の液晶パネル等によって光変調して画像光を形成し、この画像光をレンズ等の光学系を通して出射してスクリーン上に映写するものである。

- 例えばスクリーン上にカラー画像を形成することができるフロント・プロジェクターは、光源から出射された光線を赤（R）、
20 緑（G）、青（B）の各色の光線に分離して所定の光路に収束させる照明光学系と、この照明光学系によって分離されたRGB各色の光束をそれぞれ光変調する液晶パネル（ライトバルブ）と、液晶パネルにより光変調されたRGB各色の光束を合成する光
25 合成部とを備え、光合成部により合成したカラー画像を投射レンズによりスクリーンに拡大投影するようにしている。

また、最近では、光源として狭帯域三原色光源を使用し、液晶パネルの代わりにグレーティング・ライト・バルブ（GLV：Grating Light Valve）を用いてRGB各色の光束を空間変調するタイプのプロジェクター装置も開発されている。

- 5 ところで、上述したようなプロジェクターにおいては、投影像を得るために投影用スクリーンが用いられるが、この投影用スクリーンには大別して、スクリーンの裏面から投影光を照射してスクリーンの表面から見る透過型のものと、スクリーンの表側から投影光を照射して当該投影光のスクリーンでの反射光を見る反
- 10 射型のものとがある。いずれの方式にしても、視認性の良好なスクリーンを実現するためには、明るい画像、コントラストの高い画像が得られることが必要である。しかしながら、上述したようなフロント・プロジェクターは、自発光型ディスプレイやリアプロジェクターとは異なり、例えばNDフィルターを用いて外光の
- 15 映り込みを低減することができず、スクリーン上の明所コントラストを高くすることが困難であるという問題がある。

- すなわち、上述したようなプロジェクターの映写方法においては、画像処理された投影光をスクリーンで反射させるため、画像のコントラストは周囲の明るさに大きく左右され、単にスクリー
- 20 ンの反射率を上げて、投影光のみならず外光の反射率も上がるため、画像の認識率が低くなる。したがって、映写環境が明るい場合には明瞭な画像を得ることは難しい。

- そこで、本発明は上述した従来の実情に鑑みて創案されたものであり、本発明の目的は映写環境の明るさに影響されずに明瞭な
- 25 画像を提供することにある。

発明の開示

上述した目的を達成する本発明に係る投影用スクリーンは、狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、狭帯域三原色波長域光に対して高反射特性を有し、
5 少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を支持体上に備えることを特徴とするものである。

以上のように構成された本発明に係る投影用スクリーンにおいては、光学薄膜はいわゆる帯域フィルターとしての役割を果たす。すなわち、上記光学薄膜は、特に狭帯域三原色波長域光を反
10 射させ、これ以外の波長の光はおおよそ透過させることにより、これらを分離する作用を持つ狭帯域三原色波長帯域フィルターとして機能する。

この光学薄膜の作用によりこの投影用スクリーンでは、狭帯域三原色波長域光はその大部分が反射される。これに対して、例えば外光が入射した場合には、その大部分が投影用スクリーンを透過し、ほとんど反射することがない。

したがって、本発明に係る投影用スクリーンにおいては、狭帯域三原色波長光を選択的に反射することができ、通常のスクリーンに比べて相対的に外光の反射を抑えることができる。その結果、
20 投影用スクリーン上に形成される画像のコントラストの低下が抑制されるとともに外光の映り込みが効果的に低減され、明るい画像を得ることができる。したがって、この投影用スクリーンでは、映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写
25 環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることができる。

上記のような機能を得るためには、光学薄膜の設計が重要であ

る。例えば、光学薄膜として、高屈折率層と低屈折率層とを交互に重ねた誘電体多層膜を用い、各層の屈折率を n 、各層の膜厚を d としたときに、その光学的厚み nd が上記狭帯域三原色光源からの各出力光の波長 λ に対して下記の式 (3) なる条件を満たすように設計することで、上述した効果を得ることができる。

$$nd = \lambda (\alpha \pm 1 / 4) \quad (\alpha \text{ は自然数}) \quad \dots (3)$$

ここで、光学薄膜が三原色波長の全てに対して上記式 (3) の条件を満たすように設計されている場合、光学薄膜には、狭帯域三原色波長域光に対する反射帯が形成される。その結果、狭帯域三原色波長域光に対しては高反射特性を発揮する。一方、この波長以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有することになる。

例えば、狭帯域三原色波長域光として、波長 457 nm の青色レーザー光、波長 532 nm の緑色レーザー光、及び波長 642 nm の赤色レーザー光の組み合わせを用いた場合、これら三原色波長に対して上記式 (3) なる条件を満たすような設計が可能であり、上記帯域フィルターとして機能する光学薄膜が実現される。

本発明にかかる投影用スクリーンは、上記帯域フィルターとして機能する光学薄膜に加えて、光学薄膜の最外層上に、または光学薄膜の中間層として光拡散層を備えるようにすることも有効である。光拡散層は、光学薄膜で反射された光を散乱して散乱光を得るものである。光拡散層が無い場合、観察者は、投影用スクリーンからの反射光として、反射スペキュラー成分のみを見ることになる。反射スペキュラー成分のみでは、視野が限られる等、観察者にとって不利である。これに対し、光拡散層を配すれば、観察者は拡散光を観察することになり視野特性が大幅に改善さ

れ、自然な画像を視認することが可能になる。

また、本発明の他の投影用スクリーンは、所要の波長域を有する光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、上記所要の波長域を有する光に対して高反射特性を有し、少なくとも
5 該波長域を有する光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を備えることを特徴とする。

投影用スクリーンに、画像を投影するための光源としては、前述の如き、狭帯域三原色波長域光を用いることもできるが、比較的
10 発光波長に広がりのある例えば発光ダイオードの如き発光素子を光源に使用することも可能である。また、帯域に広がりが多少あるような光源をフィルター、非線形光学素子又は非線形光学薄膜などを組み合わせることで、その波長を三原色のように可視領域内で分けたものであっても良い。上記所要の波長域を有する光としては、発光ダイオードのようにピークを有しながらも比較
15 的に帯域が広い発光を組み合わせた三原色波長域光であっても良く、更には単色、2色、或いは4色以上の光を組み合わせたものでも良い。このような構造であっても、光学薄膜は所要の波長域を有する光をその主たる波長域を中心に有効に反射を行ない、主たる波長を外れた波長を有する光は概ね透過させる傾向を
20 有する。この光学薄膜の作用によりこの投影用スクリーンでは、所要の波長域光はその主たる波長部分が良好に反射される。これに対して、例えば外光が入射した場合には、その大部分が投影用スクリーンを透過し、ほとんど反射することがないことになる。

25 図面の簡単な説明

第1図は、本発明にかかる投影用スクリーンの一構成例を示す

断面図である。

第 2 図は、散乱係数と、反射光強度及び散乱光強度との関係を示す特性図である。

5 第 3 図は、回折格子型プロジェクター装置の構成を説明する概略構成図である。

第 4 図は、GLV に光が入射する状態を示す概念図である。

第 5 図は、GLV での反射光の状態を示す概念図である。

第 6 図は、GLV の一構成例を示す平面図である。

10 第 7 図は、実施例 1 に係るプロジェクター用スクリーンの構成を示す断面図である。

第 8 図は、実施例 1 に係るプロジェクター用スクリーンの透過率特性を示す特性図である。

第 9 図は、光学的厚み nd と平均透過率との関係を示す特性図である。

15 第 10 図は、実施例 2 に係るプロジェクター用スクリーンの透過率特性を示す特性図である。

第 11 図は、残留透過率と可視光帯の平均透過率の比と、屈折率との関係を示す特性図である。

20 第 12 図は、実施例 3 に係るプロジェクター用スクリーンの透過率特性を示す特性図である。

第 13 図は、銀の複素屈折率を示す特性図である。

第 14 図は、一個の球状銀粒子の散乱効率を示す特性図である。

第 15 図は、球状銀粒子を多重散乱させたときの波長と散乱係数との関係を示す特性図である。

25 第 16 図は、実施例 4 に係るプロジェクター用スクリーンの散乱率及び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図で

ある。

第 1 7 図は、銅の複素屈折率を示す特性図である。

第 1 8 図は、一個の球状銅粒子の散乱効率を示す特性図である。

第 1 9 図は、球状銅粒子を多重散乱させたときの波長と散乱係
5 数との関係を示す特性図である。

第 2 0 図は、実施例 5 に係るプロジェクター用スクリーンの散
乱率、及び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図
である。

第 2 1 図は、実施例 4 に係る光学薄膜と実施例 5 に係る光学薄
10 膜とを重ねて構成したプロジェクター用スクリーンの散乱率、及
び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図である。

第 2 2 図は、金の複素屈折率を示す特性図である。

第 2 3 図は、一個の球状金粒子の散乱効率を示す特性図である。

第 2 4 図は、球状金粒子を多重散乱させたときの波長と散乱係
15 数との関係を示す特性図である。

第 2 5 図は、実施例 6 に係るプロジェクター用スクリーンの散
乱率、及び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図
である。

第 2 6 図は、一個の球状銀粒子の散乱効率を示す特性図である。

20 第 2 7 図は、球状銀粒子を多重散乱させたときの波長と散乱係
数との関係を示す特性図である。

第 2 8 図は、実施例 7 に係るプロジェクター用スクリーンの散
乱率、及び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図
である。

25 第 2 9 図は、ニッケルの複素屈折率を示す特性図である。

第 3 0 図は、一個の球状ニッケル粒子の散乱効率を示す特性図

である。

第 3 1 図は、球状ニッケル粒子を多重散乱させたときの波長と散乱係数との関係を示す特性図である。

第 3 2 図は、実施例 8 に係るプロジェクター用スクリーンの散
5 乱率、及び反射率と散乱率の合計と、波長との関係を示す特性図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を図面を参照しながら説明する。なお、本発明は、
10 以下の記述に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

本発明に係る投影用スクリーンは、狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、狭帯域三原色波長域光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の
15 の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を支持体上に備えることを特徴とするものである。

第 1 図に本発明を適用して構成した投影用スクリーンであるフロント・プロジェクター用スクリーンの断面図を示す。プロジェクター用スクリーン 1 は、グレーティング・ライト・バルブ（G
20 L V : Grating Light Valve、以下 G L V と呼ぶ。）を用いた回折格子型プロジェクターの画像を表示するプロジェクター用スクリーンであり、回折格子型プロジェクターの光源である狭帯域三原色光源からの出力光である狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する。プロジェクター用スクリーン 1 は、スクリーン
25 基板 2 上に帯域フィルターとして機能する誘電体多層膜である光学薄膜 3 を備えてなるものであり、当該光学薄膜 3 上には、光

拡散層 4 が設けられ、さらにその上には保護膜 5 が形成されている。

ここで、狭帯域三原色光源とは、発光ダイオード (LED: Light Emitting Diode) のように波長の広がり数十 nm もある様な光源ではなく、波長の広がり数 nm 程度である光源を意味し、主としてレーザー光源を意味する。狭帯域三原色光源からの出力光は、波長の広がり非常に少ないため、狭帯域三原色光源を用いることにより、他の種類の光源と比較して鮮明な画像を形成することができる。

- 10 スクリーン基板 2 は、プロジェクター用スクリーン 1 の支持体となるものであり、例えばポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンナフタレート (PEN)、ポリエーテルサルフォン (PES)、ポリオレフィン (PO) 等のポリマーにより構成することができる。また、スクリーン基板 2 は、黒色塗料等を含有
- 15 させることにより黒色に形成されている。このようにスクリーン基板 2 の色を黒色とすることにより、スクリーン基板自体が光吸収層として機能し、後述するように光学薄膜 3 を透過した光をスクリーン基板 2 が吸収するために光学薄膜 3 を透過した光の反射を防ぐことができる。これにより、後述するようにより確実に
- 20 狭帯域三原色波長域光を反射光として得ることが可能となり、黒レベルを高め、コントラストを向上させることが可能となる。また、スクリーン基板 2 を用いる代わりに、スクリーン基板 2 の表側に黒色塗装を施した構成としても良く、この場合は、黒色塗装が光吸収層として機能し、光学薄膜 3 を透過した光を反射させず
- 25 に吸収して黒レベルを高め、コントラストを向上させることができる。

光学薄膜 3 は、高屈折率材料により形成された誘電体薄膜である高屈折率層 H と、低屈折率材料により形成された誘電体薄膜である低屈折率層 L とを交互に重ねてなるものであり、誘電体多層膜の各層、すなわち高屈折率層 H 及び低屈折率層 L の各層の屈折率を n 、各層の膜厚を d としたとき、各誘電体薄膜の光学的厚み nd が狭帯域三原色光源からの出力光である狭帯域三原色波長域光の各波長 λ に対して下記の式 (4) の条件を満たすように構成されている。

$$nd = \lambda (\alpha \pm 1/4) \quad (\alpha \text{ は自然数}) \quad \cdots (4)$$

すなわち、光学薄膜 3 は、高屈折率層 H と低屈折率層 L の交互層で構成され、各層の光学的厚み nd を所定の値に一致させてなるものである。ここで、光学的厚み nd は、 $1.462 \mu\text{m} \sim 1.467 \mu\text{m}$ の範囲とされることが好ましい。そして、光学薄膜 3 は、このような条件を満たす波長位置に、狭帯域三原色光源からの出力光である狭帯域三原色波長光に対する高反射特性を有する反射帯が形成される。この反射帯が形成されることにより、この光学薄膜 3 では、狭帯域三原色光源からの出力光である狭帯域三原色波長光が透過することなく反射される。また、光学薄膜 3 は、この反射帯以外の波長帯域の光に対しては高透過特性を有する。すなわち、光学薄膜 3 は、狭帯域三原色波長光を選択的に反射し、これ以外の波長帯域の光をおよそ透過させる狭帯域三原色波長帯域フィルターとしての機能を有する。

したがって、プロジェクター用スクリーン 1 は、このような光学薄膜 3 を備えることにより、狭帯域三原色光源から出力光である狭帯域三原色波長光は選択的に反射するが、これ以外の波長帯域の光をおよそ透過させることができる。そして、光学薄膜 3 を

透過した光は、上述したように光吸収層として機能するスクリーン基板 2 により反射されることなく吸収されるため、反射帯で反射された狭帯域三原色波長光を反射光として取り出すことが可能である。

5 これにより、このプロジェクター用スクリーン 1 では、仮にプロジェクター用スクリーン 1 に外光が入射しても、狭帯域三原色波長光以外の光はおおよそ透過させることによりカットするため、外光に起因したコントラストの低下や外光の映り込み等の不具合を防止することが可能である。

10 すなわち、このプロジェクター用スクリーン 1 においては、狭帯域三原色波長光を選択的に反射することができ、通常のスクリーンに比べて相対的に外光の反射を抑えることができるため、プロジェクター用スクリーン 1 上に形成される画像のコントラストの低下を抑制することができるとともに外光の映り込みを効果的に低減することができ、明るい画像を得ることができる。したがって、このプロジェクター用スクリーン 1 では、映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることが可能である。

20 また、以上説明してきたことから、プロジェクターの狭帯域三原色光源からの出力光の波長特性を急峻にするほど上述した光学薄膜 3 の作用との相乗効果により、スクリーン上での反射光を、ほぼプロジェクターからの出力光にすることができるので本発明の効果が増す。そして、このような狭帯域三原色光源としては、例えばレーザー光のように波長の広がり数 $n\text{ m}$ 程度である光源が好適である。

25 また、前述のように誘電体多層膜の各層の光学的厚み $n d$ が上

記の式(4)の条件を満たす場合に狭帯域三原色波長域光に対する高反射特性を有する反射帯が形成されるが、任意の三原色波長に対して光学的厚み nd が上記式(4)の条件を満たす3個の自然数 α の組み合わせがあるとは限らない。このような条件を満たす組み合わせとしては、例えば波長457nmの青色レーザー光、波長532nmの緑色レーザー光、波長642nmの赤色レーザー光の組み合わせがある。これらの波長は、GLVを用いた回折格子型プロジェクター装置1.1で用いている光源波長である、この組み合わせでは、光学的厚み nd を略1.467 μm としたときに、光学的厚み nd は青色レーザー光の波長の略3.25倍、緑色レーザー光の波長の略2.75倍、赤色レーザー光の波長の略2.25倍となっており、近似的に上記の式(4)の条件を満たす。このように、本発明においては、上記の式(4)の条件を厳密に満たすことは必要とされず、近似的に満たすことにより上述した効果を得ることが可能である。

なお、第1図において H_1 、 H_2 、 H_3 、 H_4 は、それぞれ高屈折率層であり、 L_1 、 L_2 、 L_3 はそれぞれ低屈折率層である。

このプロジェクター用スクリーン1では、選択的な反射スペクトルを実現するために、上述したように光学薄膜3を高屈折率層 H と低屈折率層 L との交互層とするが、その層数は特に限定されるものではなく、所望の層数とすることができる。層数を変えることにより反射帯の幅等を調整することが可能である。また、誘電体多層膜は、狭帯域三原色波長域光入射側及びその反対側の最外層が高屈折率層とされる奇数層により構成されることが好ましい。誘電体多層膜、すなわち光学薄膜3を奇数層の誘電体薄膜により構成することにより、誘電体多層膜を偶数層の誘電体薄膜

により構成した場合と比して狭帯域三原色波長帯域フィルターとして機能が優れたものとなる。

そして、具体的な層数としては、高屈折率層Hと低屈折率層Lとの合計が7層～11層とされることが好ましい。層数が少なすぎる場合には、狭帯域三原色波長帯域フィルターとしての機能が十分に発揮されない虞があり、また、層数が多すぎる場合には、光学薄膜3の作製に時間を要する。したがって、高屈折率層Hと低屈折率層Lとの合計層数を7層～11層として光学薄膜3を構成することにより、狭帯域三原色波長帯域フィルターとして十分に機能する光学薄膜3を効率よく構成することができる。

この光学薄膜3では、特定波長帯域における反射率は、積層する層数を増やすことで高められ、また、同じ層数を積層する場合には、高屈折率層Hと低屈折率層Lとの屈折率の差が大きいほど高められる。このことから、光学薄膜3を構成する高屈折率層Hの屈折率は、なるべく高い方が好ましく、具体的には2.1以上、2.7以下であることが好ましい。これは、高屈折率層Hの屈折率が2.1よりも小さい場合には、所定の選択反射スペクトルを実現するために膨大な層数が必要となるためであり、また、屈折率が2.7より大きい光学薄膜材料は数多く存在せず、高屈折率層Hの材料組み合わせの選択の余地が狭いからである。このような屈折率を有する高屈折率層Hは、例えば硫化亜鉛（ZnS）、酸化チタニウム（TiO₂）、酸化セリウム（CeO₂）、酸化ジルコニウム（ZrO₂）などの高屈折率材料により構成することができる。

また、光学薄膜3を構成する低屈折率層Lの屈折率は、なるべく低い、具体的には1.3以上、1.5以下であることが好まし

い。これは、低屈折率材料についても上述した高屈折率材料と同様の考えが成り立ち、低屈折率層 L の屈折率が 1.5 よりも大きい場合には、所定の選択反射スペクトルを実現するために多くの層数が必要となるためであり、また、屈折率が 1.3 より小さい光学薄膜材料は数多く存在せず、低屈折率層 L の材料組み合わせの選択の余地が狭いからである。このような屈折率を有する低屈折率層 L は、例えば弗化マグネシウム (MgF_2) などの低屈折率材料により構成することができる。

また、このプロジェクター用スクリーン 1 は、第 1 図に示すように光学薄膜 3 上に光拡散層 4 を備える。プロジェクター用スクリーン 1 は、光学薄膜 3 を備えることにより狭帯域三原色波長域の光を反射するため、観察者は、このプロジェクター用スクリーン 1 に映写された画像の反射画像を観視することになり、すなわち、プロジェクター用スクリーン 1 に映写された画像の反射光のみを見ることになる。しかし、スクリーンでの反射光が反射スペキュラー成分のみである場合には、視野が限られる等、観察者にとって不利である。

そこで、プロジェクター用スクリーン 1 に光拡散層 4 を備えることにより、プロジェクター用スクリーンからの散乱反射光を観視できるように構成されている。光拡散層 4 は、所定の波長帯域の光、すなわち狭帯域三原色波長光を選択的に拡散するように構成されている。すなわち、光拡散層 4 は、狭帯域三原色波長域光に対して光散乱特性を有する。第 1 図に示すように、光学薄膜 3 上に光拡散層 4 を設けた構成とすることにより、光拡散層 4 を通過し、光学薄膜 3 で反射した光が再び光拡散層 4 を通過する。このとき、光学薄膜 3 で反射した光は光拡散層 4 を通過する際に拡

散されるため、反射スペキュラー成分以外の散乱反射光を得ることができる。そして、プロジェクター用スクリーン 1 からの反射光としては、反射スペキュラー成分と散乱反射光とが存在することになるため、観察者は反射スペキュラー成分以外にも散乱反射光を観察することが可能となり、視野特性が大幅に改善される。その結果、観察者は自然な画像を視認することが可能になる。

また、散乱反射光は、光学薄膜 3 で反射された光が拡散されたものである。そして、光学薄膜 3 では所定の波長域の光、すなわち狭帯域三原色波長光が反射されるため、散乱反射光もほぼ狭帯域三原色波長光となる。したがって、プロジェクター用スクリーン 1 に外光が入射した場合においても、狭帯域三原色波長光以外の光は散乱反射光とならないため、光拡散層 4 の作用に起因してコントラストの低下や外光の映り込みが発生することが無く、良好な視野特性を得ることが可能となる。

例えば、散乱係数 S の光拡散層を最上層として、その下に反射率 R の多層薄膜構造の光学薄膜が設けられているスクリーン構造を考えた場合、スクリーンへの入射光強度を 1 とすると、このスクリーンからの散乱光強度 I_s は、下記の式 (5) で表される。

$$I_s = 1 \cdot S + (1 - S) R S \quad \dots (5)$$

一方、反射スペキュラー成分 I_r は、下記の式 (6) のようになる。

$$I_r = (1 - S) R (1 - S) \quad \dots (6)$$

理解の容易のために理想的な場合として、 $R = 1$ の場合と、 $R = 0$ の場合とを考えると、以下のようなになる。

まず、 $R = 1$ の場合は、下記の式 (7) ~ (9) のようになる。

$$I_s = 1 \cdot S + (1 - S) S = S (2 - S) \quad \dots (7)$$

$$I_r = (1 - S)^2 \quad \dots (8)$$

$$I_s / I_r = S (2 - S) / (1 - S)^2 \quad \dots (9)$$

また、 $R = 0$ の場合は、下記の式 (10)、(11) のようになる。

$$5 \quad I_s = 1 \cdot S \quad \dots (10)$$

$$I_r = 0 \quad \dots (11)$$

これらを図示すると、第2図のようになる。第2図より、散乱係数 S の値が0から1へ増加する場合、反射率 $R = 1$ における散乱光強度 $I_s (R = 1)$ の値は、 S の値が小さいときには反射率
 10 $R = 0$ における散乱光強度 $I_s (R = 0)$ の値の略2倍となるが、 S の値が1に近づくにしたがって反射率 $R = 1$ における散乱光強度 $I_s (R = 1)$ と反射率 $R = 0$ における散乱光強度 $I_s (R = 0)$ との差は無くなることが判る。

例えば、散乱係数 S に分光特性があり、反射率 $R = 1$ の波長帯
 15 において散乱係数も大きく、また、反射率 $R = 0$ の波長帯において散乱係数が小さくなるような光拡散層が実現できれば、分光散乱特性が平坦な場合、散乱光強度の比が上述したように2程度であるものが、より大きくすることが可能である。

このような分光散乱特性を有する光拡散層は、例えば、金属微
 20 粒子を用いることにより構成することができる。例えば、金属微粒子を所定の媒質中に分散させて光拡散層を構成することができる。このように金属微粒子を分散させることにより構成した光拡散層は、使用する金属微粒子の種類、大きさ、金属微粒子を分散させる媒質の屈折率等の諸条件により、ある特定範囲の波長の光
 25 に対して優れた光散乱特性を有する。すなわち、このような光拡散層を備えることにより、ある特定範囲の波長の光に対して優れ

た光散乱特性を有するプロジェクター用スクリーンを実現することができる。

このような光拡散層を構成可能な金属微粒子としては、銀微粒子を例示することができる。例えば、半径 25 nm 程度の球状銀微粒子を屈折率が 1.49 程度の媒質に分散させて構成した光拡散層は、青色波長域の光に対して優れた光散乱特性を有する。すなわち、銀微粒子を用いて構成した光拡散層を備えることにより青色波長域の光に対して優れた光散乱特性を有するプロジェクター用スクリーンを実現することができる。

10 このような銀微粒子を用いて構成した光拡散層 4 を例えば光学薄膜 3 上に設けてプロジェクター用スクリーン 1 を構成した場合、当該光拡散層 4 を通過した光のうち狭帯域三原色波長光は光学薄膜 3 で反射されて再び光拡散層 4 に戻される。そして、光拡散層 4 に戻された狭帯域三原色波長光のうち、青色波長域の光
15 は光拡散層 4 を通過する際にさらに散乱され散乱反射光が形成される。すなわち、青色波長域の光については、反射スペキュラー成分と散乱反射光とが存在することとなるため、視野特性が大幅に改善され、視認性に優れたプロジェクター用スクリーンを実現することが可能となる。

20 また、上述したように視野特性を顕著に向上させるのではなく、このような光拡散層を用いることにより補助的に特定波長の視野特性を高めることも可能である。例えば、半径 40 nm 程度の一個の球状銀微粒子を屈折率が 1.6 程度の媒質に分散させた場合、緑色波長域の光に対して優れた光散乱特性を有する。しかし
25 ながら、この球状銀微粒子を複数個、同様の媒質に分散させた場合には、緑色波長域において緩やかなピークを有する光散乱特性

を有する。

そこで、このような球状銀微粒子を複数個、同様の媒質に分散させて構成した光拡散層を設けることにより、緑色波長域の視野特性を、大幅に向上させるのではなく、補助的に向上させることができる。このような拡散層は、他の波長域とのバランスを整えるなどの微調整を図る場合に好適である。

なお、このように金属微粒子を媒質中に分散させて構成した光拡散層においては、金属微粒子の分散数密度や光拡散層の厚みよりも、単位面積あたりの金属微粒子の金属微粒子の重量の方が光拡散層の光散乱特性に及ぼす影響が大きいいため、この点を考慮して金属微粒子の分散量を設定すると良い。

また、このような光拡散層を構成可能な金属微粒子としては、例えば銅微粒子を用いることができる。銅微粒子は赤色波長域の光に対して優れた光散乱特性を有するため、銅微粒子を用いることにより赤色波長域の光に対して優れた光散乱特性を有する光拡散層を構成することができる。すなわち、銅微粒子を用いて構成した光拡散層を備えることにより赤色波長域の光に対して優れた光散乱特性を有するプロジェクター用スクリーンを実現することができる。

このような銅微粒子を用いて構成した光拡散層 4 を例えば光学薄膜 3 上に設けてプロジェクター用スクリーン 1 を構成した場合、当該光拡散層 4 を通過した光のうち狭帯域三原色波長光は光学薄膜 3 で反射されて再び光拡散層 4 に戻される。そして、光拡散層 4 に戻された狭帯域三原色波長光のうち、赤色波長域の光は光拡散層 4 を通過する際にさらに散乱され散乱反射光が形成される。すなわち、赤色波長域の光については、反射スペキュラ

一成分と散乱反射光とが存在することとなるため、視野特性が高いものとされ、視認性に優れたプロジェクター用スクリーンを実現することが可能となる。

また、上述した金属微粒子としては、金微粒子を用いることも
5 できる。金微粒子を用いて構成した光拡散層は、緑色波長域の光
に対して光散乱特性を有する。すなわち、金微粒子を用いて構成
した光拡散層を備えることにより緑色波長域の光に対して光散
乱特性を有するプロジェクター用スクリーンを実現することが
できる。

10 このような金微粒子を用いて構成した光拡散層 4 を例えば光
学薄膜 3 上に設けてプロジェクター用スクリーン 1 を構成した
場合、当該光拡散層 4 を通過した光のうち狭帯域三原色波長光は
光学薄膜 3 で反射されて再び光拡散層 4 に戻される。そして、光
拡散層 4 に戻された狭帯域三原色波長光のうち、緑色波長域の光
15 は光拡散層 4 を通過する際にさらに散乱され散乱反射光が形成
される。すなわち、緑色波長域の光については、反射スペキュラ
ー成分と散乱反射光とが存在することとなるため、視野特性が大
幅に改善され、視認性に優れたプロジェクター用スクリーンを実
現することが可能となる。

20 また、上述した金属微粒子としては、ニッケル微粒子を用いる
こともできる。一個のニッケル微粒子を屈折率が 1.6 程度の媒
質に分散させた場合、主として緑色波長域の光に対して光散乱特
性を有する。しかしながら、この球状ニッケル微粒子を複数個、
同様の媒質に分散させた場合には、ブロードな光散乱特性を有す
25 る。

そこで、このような球状ニッケル微粒子を複数個、同様の媒質

に分散させて構成した光拡散層を設けることにより、青色波長域、緑色波長域及び赤色波長域の光のうち特定の波長域の視野特性を大幅に向上させるのではなく、青色波長域、緑色波長域及び赤色波長域の全ての波長域の視野特性を全体的に向上させることができる。これにより、画像全体のコントラストや明るさの微調整を図ることができる。すなわち、ニッケル微粒子を用いて構成した光拡散層を備えることにより画像全体のコントラストや明るさの良好なプロジェクター用スクリーンを実現することができる。

10 上述した光拡散層 4 は、プロジェクター用スクリーンの使用目的等により一層のみを設けても良く、また、複数の光拡散層 4 を設けても良い。そして、光拡散層 4 は光学薄膜 3 上、すなわち誘電体多層膜の最上層に設けても良く、また、誘電体多層膜の中間層として設けても良い。この場合においても、上記と同様の効果
15 を得ることができる。

また、このような光拡散層 4 は、上述したように媒質中に分散させた光学薄膜 3 と別個の層として構成する必要はなく、例えば低屈折率層中に所定の金属微粒子を分散させることにより低屈折率層が光拡散層としての機能を兼ね備えた構成としても良い。
20 このような構成とすることにより、プロジェクター用スクリーンの構成を簡略化することができるため、プロジェクター用スクリーンの薄厚化を図ることができる。

保護膜 5 は、光学的、すなわち帯域フィルターとしての機能はなく、光拡散層 4 や光学薄膜 3 を外部から保護するためのものである。例えば、硫化亜鉛（ZnS）により高屈折率層を構成した場合、硫化亜鉛は水分に弱く、プロジェクター用スクリーンが湿
25

度の高い環境で使用された場合や、水がかかってしまった場合、光学薄膜 3 が劣化してしまう虞があり、耐久性や品質が低下してしまう虞がある。また、外的要因により擦り傷や引っ掻き傷等が生じた場合にも、耐久性や品質が低下してしまう虞がある。そこで、保護膜 5 を形成することにより、光拡散層 4 や光学薄膜 3 を保護し、耐久性や品質に優れたプロジェクター用スクリーンを実現できる。

また、回折格子型プロジェクターとしては、以下のような G L V を用いて構成した回折格子型プロジェクター装置 1 1 を用いることができる。

回折格子型プロジェクター装置 1 1 は、第 3 図に示すように、それぞれ赤色光、緑色光、及び青色光を出射する光源として、第 1 のレーザー発振器 2 1 r、第 2 のレーザー発振器 2 1 g、及び第 3 のレーザー発振器 2 1 b を備えている。なお、以下の説明においては、第 1 乃至第 3 のレーザー発振器 2 1 r、2 1 g、2 1 b を総称して、単にレーザー発振器 2 1 と称する場合がある。これらレーザー発振器 2 1 は、各色の光を出射する半導体レーザー素子や固体レーザー素子によって構成することができる。そして、第 1 乃至第 3 のレーザー発振器 2 1 r、2 1 g、2 1 b から出射されるレーザー光は、それぞれ、波長 6 4 2 n m の赤色レーザー光、波長 5 3 2 n m の緑色レーザー光、及び波長 4 5 7 n m の青色レーザー光である狭帯域三原色波長域光とされている。

また、回折格子型プロジェクター装置 1 1 では、各レーザー発振器 2 1 によって出射された光の光路上に、それぞれ、赤色用コリメータレンズ 2 2 r、緑色用コリメータレンズ 2 2 g、及び青色用コリメータレンズ 2 2 b を備えている。なお、これらのコリ

メータレンズを総称して単にコリメータレンズ 2 2 と称する。そして、このコリメータレンズ 2 2 によって、各レーザー発振器 2 1 から出射された光が平行光とされ、シリンドリカルレンズ 2 3 に入射される。シリンドリカルレンズ 2 3 に入射された光は、このシリンドリカルレンズによって G L V 2 4 に集光される。

すなわち、回折格子型プロジェクター装置 1 1 においては、単一の光源からの光を利用しているのではなく、各レーザー発振器 2 1 によって 3 色の光をそれぞれ独立して出射する光源を備えている。また、回折格子型プロジェクター装置 1 1 においては、各レーザー発振器 2 1 によって出射された光が、コリメータレンズ 2 2 を介して直接シリンドリカルレンズ 2 3 に入射されるよう構成されている。

ここで、G L V 2 4 について説明する。まず、G L V の原理について説明する。G L V は、各種の半導体製造技術によって基板上に複数の微小なリボンが形成されてなる。そして、各々のリボンは、圧電素子などによって自在に上昇又は下降することが可能とされている。このように構成された G L V は、各リボンが高さを動的に駆動され、所定の波長域の光を照射されることによって、全体として位相型の回折格子(グレーティング)を構成している。すなわち、G L V は、光が照射されることによって±1 次(もしくはさらに高次)の回折光を発生する。

そこで、このような G L V に対して光を照射し、0 次の回折光を遮光しておくことにより、G L V の各リボンを上下に駆動することによって回折光を点滅させて、これにより画像を表示することが可能となる。

例えば、G L V の上述したような特性を利用して画像を表示す

る表示装置が各種提案されている。このような表示装置では、表示する平面画像の構成単位（以下、画素と称する。）を表示するに際して、6本程度のリボンで1画素を表示している。また、1画素に相当するリボンの組は、それぞれ隣接するリボン同士を交互に上昇又は下降させている。

しかしながら、GLVにおける各リボンを独立して配線し、各々独立して駆動することができれば、任意の一次元の位相分布を生成することができる。このように構成されたGLVは、反射型の一次元位相型空間変調器と考えることができる。

10 GLVを反射型の一次元位相型空間変調器として構成した場合は、例えば第4図に示すように、GLV31の各リボン32をそれぞれ独立して駆動することにより、任意の位相分布を生成しておく。このGLV31に対して、位相が揃った所定の波長域の光を、第4図中の矢印で示すように入射することによって、この
15 入射光を変調して反射させ、第5図に示すように、任意の一次元の波面を生成することができる。

このような原理を利用して構成されたGLV24は、第6図に示すように、基板41上に、複数の微小なリボン42が形成されている。各リボン42は、駆動用の電気回路や配線などにより構成された駆動部43を備え、この駆動部43により、基板41の
20 主面に対して上昇又は下降自在に駆動される。

また、GLV24において、各リボン42は、一次元的に配設されており、リボン列を構成している。リボン列は、入射される光の波長域毎に複数配設されている。具体的には、例えば第6図
25 に示す例において、GLV24は、赤色光、緑色光、及び青色光の3色の光が入射されるよう構成されており、これらの光が入射

される位置に、それぞれ、赤色用リボン列 4 4 r、緑色用リボン列 4 4 g、青色用リボン列 4 4 b が互いに平行となる位置に並んで配設されている。なお、以下では、これらのリボン列 4 4 r、4 4 g、4 4 b を総称して、単にリボン列 4 4 と称する。ここで
5 赤色用リボン列 4 4 r、緑色用リボン列 4 4 g、青色用リボン列 4 4 b は同一平面上に並んで配置されるように理想化して説明したが、平行位置関係が保たれば必ずしも同一平面上に配置する必要はなく、通常、別平面上に配置される。

そして、各リボン列 4 4 は、各リボン 4 2 が独立して駆動可能
10 とされており、それぞれ、第 4 図及び第 5 図で説明したように、任意の位相分布を生成することが可能とされている。したがって、G L V 2 4 は、入射された赤色光、緑色光、及び青色光に対して、それぞれ赤色用リボン列 4 4 r、緑色用リボン列 4 4 g、及び青色用リボン列 4 4 b により、各色毎に独立して任意の一次元の波
15 面を生成することができる。

したがって、G L V 2 4 は、入射された 3 色の光をそれぞれ、赤色用リボン列 4 4 r、緑色用リボン列 4 4 g、及び青色用リボン列 4 4 b によって空間的に変調し、任意の一次元的な波面として反射する。すなわち、G L V 2 4 は、表示装置 3 0 において、
20 空間変調器としての機能を果たしている。

以上のように構成された G L V 2 4 は、各種の半導体製造技術を用いて微小に製造することができ、極めて高速に動作させることができる。したがって、例えば、画像表示装置における空間変調器として用いるに好適とすることができる。また、G L V 2 4
25 は、変換する波長域の光毎にリボン列 4 4 を備え、これらリボン列 4 4 が基板 4 1 上に一体的に備えられていることから、画像表

示装置における空間変調器として用いた場合に、部品点数を削減することができるだけでなく、各波長域の光毎にリボン列を位置合わせすることを不要とすることができる。

また、回折格子型プロジェクター装置 1 1 では、G L V 2 4 によって変調されて反射された光が再びシリンドリカルレンズ 2 3 に入射されるとともに、このシリンドリカルレンズ 2 3 によって平行光とされる。そして、シリンドリカルレンズ 2 3 によって平行光とされた光の光路上に、第 1 の体積型ホログラム素子 2 5 a と、第 2 の体積型ホログラム素子 2 5 b とを備える。

10 これら第 1 及び第 2 の体積型ホログラム素子 2 5 a , 2 5 b は、例えば、第 1 の体積型ホログラム素子 2 5 a によって赤色光 W R を回折させるとともに、第 2 の体積型ホログラム素子 2 5 b によって青色光 W B を赤色光 W R と同一の方向に回折させる。また、これら第 1 及び第 2 の体積型ホログラム素子 2 5 a , 2 5 b は、
15 緑色光 W G を回折せずに直進して透過させ、赤色光 W R と同一の方向に出射させるようにする。このようにして、G L V 2 4 によって変調された 3 色の光を合波して一定の方向に出射する。すなわち、この回折格子型プロジェクター装置 1 1 においては、これら第 1 及び第 2 の体積型ホログラム素子 2 5 a , 2 5 b によって、
20 合波機構が構成されているといえる。

そして、第 1 及び第 2 の体積型ホログラム素子 2 5 a , 2 5 b によって合波された光は、ガルバノミラー 2 6 によって所定の方向に走査され、投影レンズ 2 7 を介してプロジェクター用スクリーン 1 に投影される。これにより、回折格子型プロジェクター装置 1 1 は、このプロジェクター用スクリーン 1 にカラー表示された画像を表示するよう構成されている。

以上において説明したように、本発明を適用したプロジェクター用スクリーン 1 では、回折格子型プロジェクター装置 11 から出射された狭帯域三原色波長域光が、保護膜 5、光拡散層 4 を通過して光学薄膜 3 に入射し、当該光学薄膜 3 により反射される。

5 そして、この反射光は再び光拡散層 4 に入射し、所定の比率で拡散され、拡散反射光として保護膜 5 を通過して出射される。また、光拡散層 4 で拡散されなかった反射光は反射スペキュラー成分として保護膜 5 を通過して出射される。これにより、プロジェクター用スクリーン 1 からの反射光としては、反射スペキュラー成分と散乱反射光とが存在することになるため、観察者が反射スペキュラー成分の進行方向と平行な方向から目をそらした場合においても散乱反射光を見ることが可能となり、視認性の優れたものとされている。

10

また、反射スペキュラー成分及び散乱反射光は、光学薄膜 3 で

15 反射された光であり、光学薄膜 3 では所定の波長域の光、すなわち狭帯域三原色波長光が選択的に反射されるため、反射スペキュラー成分及び散乱反射光もほぼ狭帯域三原色波長光となる。したがって、プロジェクター用スクリーン 1 に外光が入射した場合においても、狭帯域三原色波長光以外の光はほぼ反射光とならない

20 ため、外光に起因した画像のコントラストの低下や外光の映り込みを効果的に低減することができるとともに明るい画像を得ることができる。その結果、このプロジェクター用スクリーン 1 では、映写環境が明るい場合においても明瞭な画像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供することが可能

25 である。

また、本発明の投影用スクリーンは、投影にかかる光源を狭帯

域三原色波長域光に限らず、ある程度の波長の広がりをも有する波長域の光とすることもでき、その場合には、該誘電体多層膜の各層の光学的厚み nd が該波長域光の主たる波長 λ_p に対して下記の式 (12) の条件を満たすことが望ましい。

$$5 \quad nd = \lambda_p (\alpha \pm 1/4) \quad (\alpha \text{ は自然数}) \quad \dots (12)$$

これは、狭帯域三原色波長域光の多層膜の構造を当該波長域光においては、その主たる波長 λ_p に置き換えて同様の構成とできることを示唆するものであり、同様に透過光と反射光の十分な選択性を得ることができる。

10 実施例

以下、具体的な実施例に基づいて本発明をより詳細に説明する。なお、本発明は、下記の実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

[実施例 1]

15 実施例 1 では、本発明にかかる投影用スクリーンとして、狭帯域三原色波長帯域フィルターとしての機能を有する光学薄膜を備えた回折格子型プロジェクター用スクリーンを構成した。この回折格子型プロジェクター用スクリーンは、例えば上述した第 3 図に示す回折格子型プロジェクターの投影用に用いることができる。

回折格子型プロジェクター用スクリーン 51 は、スクリーン基板として厚み $500 \mu\text{m}$ の黒色 PET からなるスクリーン基板 52 を用意し、当該スクリーン基板 52 の一方の表面に誘電体多層膜からなる光学薄膜 53 を形成することにより作製した。

25 光学薄膜 53 は、誘電体多層膜として形成し、第 7 図に示すように高屈折率物質からなる誘電体薄膜である高屈折率層 H11

～H 1 4と、低屈折率物質からなる誘電体薄膜である低屈折率層
 L 1 1～L 1 3とを交互に7層重ねてスパッタリングにより形
 成した。本実施例においては、青色波長、緑色波長、赤色波長の
 三原色波長での残留透過率を小さくするという観点から高屈折
 5 率層の屈折率を比較的高めに設定し、具体的には硫化亜鉛（Z n
 S）により形成することにより高屈折率層の屈折率を2.4とし
 た。また、低屈折率層は、弗化マグネシウム（M g F₂）により
 形成し、低屈折率層の屈折率は1.4とした。

そして、誘電体多層膜の各層の屈折率をn、各層の膜厚をdと
 10 したとき、各誘電体薄膜の光学的厚みndが狭帯域三原色光源か
 らの各出力光の波長λに対して、対して下記の式（13）の条
 件を満たすように誘電体多層膜を構成し、光学薄膜53とした。
 また、本実施例においては、各誘電体薄膜の光学的厚みndを近
 似的に1.467μmとなるように設定した。

$$15 \quad nd = \lambda (\alpha \pm 1/4) \quad (\alpha \text{ は自然数}) \quad \dots (13)$$

以下に、実施例1で作製した光学薄膜53の形成条件を示す。

光学薄膜形成条件

高屈折率層の屈折率	: n _H = 2.4
低屈折率層の屈折率	: n _L = 1.4
20 高屈折率層の膜厚	: d _H = 611 nm
低屈折率層の膜厚	: d _L = 1047 nm
高屈折率層の層数	: 4層
低屈折率層の層数	: 3層
真空（空気）の屈折率	: n ₀ = 1
25 スクリーン基板の屈折率	: n _g = 1.49
光学的厚み	: n _d = 1.467 μm

以上のようにして作製したプロジェクター用スクリーンについて、波長域 400 nm ~ 700 nm の範囲においての S 偏光と P 偏光についての分光透過率特性を測定した。スクリーンに対する光の入射角は 15° とした。その結果を第 8 図に示す。

- 5 第 8 図から判るように、青色波長（450 nm 近傍）、緑色波長（540 nm 近傍）、赤色波長（650 nm 近傍）の光の透過率が非常に低くなっており、これ以外の波長の光は高い透過特性を示している。これは、青色波長、緑色波長、赤色波長の光が光学薄膜 53 により効果的に反射されていることを表しており、本
10 実施例のプロジェクター用スクリーン 51 が青色波長、緑色波長、赤色波長の光を選択的に反射し、それ以外の波長の光を選択的に透過させていることが判る。そして、このプロジェクター用スクリーン 51 では、黒色 PET からなるスクリーン基板 52 を用いており、当該スクリーン基板 52 が光吸収層として機能するため、
15 光学薄膜 53 を透過した光はスクリーン基板 52 により吸収され、反射することがない。

- すなわち、プロジェクター用スクリーン 51 では、青色波長、緑色波長、赤色波長の光のみが反射光として得られ、通常のスクリーンに比べて大幅に外光の反射を抑えることができるため、
20 プロジェクター用スクリーン 51 上に形成される画像のコントラストの低下や外光の映り込みを効果的に低減することができる。したがって、本実施例によれば、コントラストが高く、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることができるプロジェクター用スクリーン
25 が実現可能であるといえる。

また、通常、スクリーンに薄膜を形成すると視野角が狭くなる

が、上記の結果により、入射角が 0° 、すなわちスクリーンに対して垂直でなくても良好な結果が得られており、プロジェクター用スクリーンに対する入射光の自由度の大きい、実用性に優れたプロジェクター用スクリーンが実現可能であることが判る。

- 5 また、上記の条件において、光学薄膜 53 を構成する各誘電体薄膜の膜厚を変化させることにより各誘電体薄膜の光学的厚み nd を変化させて平均透過率 (%) を測定し、光学的厚み nd の最適範囲を検討した。その結果を第 9 図に示す。

- 10 第 9 図の結果より、各誘電体薄膜の光学的厚み nd が $1.462 \mu\text{m} \sim 1.467 \mu\text{m}$ の範囲において良好な平均透過率が得られており、これより、各誘電体薄膜の光学的厚み nd の最適範囲が $1.462 \mu\text{m} \sim 1.467 \mu\text{m}$ であることが判る。

[実施例 2]

- 15 実施例 2 では、高屈折率層を酸化チタニウム (TiO_2) により形成することにより高屈折率層の屈折率を 2.7 とし、高屈折率層の膜厚を 543 nm としたこと以外は、実施例 1 と同様にしてプロジェクター用スクリーンを作製した。以下に、実施例 2 で作製した光学薄膜の形成条件を示す。

光学薄膜形成条件

- 20 高屈折率層の屈折率 : $n_H = 2.7$
低屈折率層の屈折率 : $n_L = 1.4$
高屈折率層の膜厚 : $d_H = 543 \text{ nm}$
低屈折率層の膜厚 : $d_L = 1047 \text{ nm}$
高屈折率層の層数 : 4 層
25 低屈折率層の層数 : 3 層
真空 (空気) の屈折率 : $n_0 = 1$

スクリーン基板の屈折率： $n_g = 1.49$

光学的厚み： $n_d = 1.467 \mu m$

以上のようにして作製したプロジェクター用スクリーンについて、実施例 1 と同様に波長域 $400 nm \sim 700 nm$ の範囲においての S 偏光と P 偏光についての分光透過率特性を測定した。スクリーンに対する光の入射角は 15° とした。その結果を第 10 図に示す。

第 10 図から判るように、青色波長、緑色波長、赤色波長の光の透過率が実施例 1 の場合よりもさらに低くなっている、すなわち、青色波長、緑色波長、赤色波長の光の残留透過率がさらに低下していることが判る。これは、青色波長、緑色波長、赤色波長の光がさらに効果的に反射されていることを表している。一方、黄色波長を中心とする高透過率帯の透過率が実施例 1 と比較して若干低下していることが判る。これは、黄色波長を中心とする高透過率帯の透過率が実施例 1 と比較して若干低下していることを表している。

これらのことより、実施例 1 と同様の 7 層構造において高屈折率層の屈折率を調整することにより光学薄膜の特性を変化させることが可能であり、例えば高屈折率層の屈折率を 2.7 程度の高い値に設定することにより、青色波長、緑色波長、赤色波長の光の反射率をより良好な状態にすることができ、より明るい画像を得ることができるといえる。

したがって、実施例 1 の結果も考慮すると、高屈折率層の屈折率を 2.4 以上とすることにより、青色波長、緑色波長、赤色波長の光を選択的に反射し、それ以外の波長の光を選択的に透過させ、コントラストが高く、映写環境の明るさに影響されずに明瞭

な画像を得ることができるプロジェクター用スクリーンが実現可能であるといえる。そして、使用目的に合わせて高屈折率層の屈折率を例えば 2.7 程度に高く設定することが可能である、

また、本実施例も実施例 1 と同様に光の入射角を 15° として
5 おり、本実施例の構成においてもプロジェクター用スクリーンに対する入射光の自由度の大きい、実用性に優れたプロジェクター用スクリーンが実現可能であることが判る。

〔実施例 3〕

実施例 1 及び実施例 2 では、青色波長、緑色波長、赤色波長の
10 光の残留透過率を低くする観点から、すなわち、青色波長、緑色波長、赤色波長の光の反射率を高める観点から高屈折率層の屈折率を高め、一方、他の波長域での平均透過率が若干低下する。そこで、残留透過率と可視光帯の平均透過率との比が最大になる屈折率について考えると、実施例 1 及び実施例 2 と
15 同様の 7 層構成において残留透過率と可視光帯の平均透過率との比が最大になる屈折率の解は、第 11 図に示すように高屈折率層の屈折率が 2.1 ~ 2.2 の付近に存在する。第 11 図において縦軸は残留透過率と可視光帯の平均透過率との比を示す。

そこで、実施例 3 では、高屈折率層を酸化セリウム (CeO_2)
20 により形成することにより高屈折率層の屈折率を 2.1 とし、高屈折率層の膜厚を 698 nm としたこと以外は、実施例 1 と同様にしてプロジェクター用スクリーンを作製した。以下に、実施例 3 で作製した光学薄膜の形成条件を示す。

光学薄膜形成条件

25 高屈折率層の屈折率 : $n_H = 2.1$
低屈折率層の屈折率 : $n_L = 1.4$

高屈折率層の膜厚 : $d_H = 698 \text{ nm}$

低屈折率層の膜厚 : $d_L = 1047 \text{ nm}$

高屈折率層の層数 : 4 層

低屈折率層の層数 : 3 層

5 真空（空気）の屈折率 : $n_0 = 1$

スクリーン基板の屈折率 : $n_g = 1.49$

光学的厚み : $n_d = 1.467 \mu\text{m}$

以上のようにして作製したプロジェクター用スクリーンについて、実施例 1 と同様にして波長域 $400 \text{ nm} \sim 700 \text{ nm}$ の範囲においての S 偏光と P 偏光についての分光透過率特性を測定した。スクリーンに対する光の入射角は 15° とした。その結果を第 12 図に示す。

第 12 図から、青色波長、緑色波長、赤色波長の光の透過率が実施例 1 よりは若干高くなっているものの十分低い値を示していることが判る。すなわち、青色波長、緑色波長、赤色波長の光に対して良好な反射特性を示していることが判る。また、これ以外の波長域においては、実施例 1 及び実施例 2 と比較しても良好な透過特性を示している。これらのことより、本実施例のプロジェクター用スクリーンが青色波長、緑色波長、赤色波長の光を選択的に反射し、それ以外の波長の光を効果的に透過させていることが判る。

また、本実施例においては、第 12 図に示すように遮断帯、すなわち青色波長、緑色波長、赤色波長の光に対する反射帯の幅が相対的に狭くなっている。これはより狭い波長域の光だけを反射することを示しており、コントラストをより向上させることができるため好ましい。

したがって、本実施例によれば、コントラストが高く、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を得ることができるプロジェクター用スクリーンが実現可能であるといえる。

また、本実施例も実施例 1 と同様に光の入射角を 15° として
5 おり、本実施例の構成においてもプロジェクター用スクリーンに対する入射光の自由度の大きい、実用性に優れたプロジェクター用スクリーンが実現可能であることが判る。

上記において説明したように、実施例 1 乃至実施例 3 に示した光学薄膜を用いることにより、三原色波長域において高い反射率
10 を有し、これ以外の波長域では高い透過率を有するプロジェクター用スクリーンを実現可能である。

[実施例 4]

実施例 4 では、金属微粒子として球状銀粒子を用いて分光散乱特性を有する光拡散層及びこれを備えたプロジェクター用スク
15 リーンについて検討した。まず、銀の複素屈折率の実部 n 、すなわち屈折率と虚部 k 、すなわち消衰係数の値は第 13 図に示すとおりである。第 13 図において縦軸は実部 n と虚部 k の値を示し、横軸は波長を示す。

ここで、半径 25 nm の球状銀粒子を屈折率が 1.49 である
20 媒質中に分散させたときの、散乱断面積を投影面積で除した散乱効率
は第 14 図のようになる。散乱効率は、1 個の球状銀粒子に対して複素屈折率を用いてミー散乱の計算より求めた。

第 14 図において、縦軸は散乱効率、すなわち投影面積の何倍散乱させることができるかを示す。第 14 図より、散乱効率は波
25 長 457 nm において最大となり、投影面積の略 7 倍程度の光を散乱可能であることが判る。

次に、この球状銀粒子を数密度 3×10^{10} 個 / cm^3 となるように同様の媒質中に分散させて拡散膜を形成した。拡散膜の膜厚は、略 $775 \mu\text{m}$ とした。そして、このように形成した拡散膜を多重散乱させたときの散乱係数を調べた。その結果を第 15 図に示す。第 15 図において縦軸は散乱係数を示す。第 15 図よりピーク散乱係数は、波長 450 nm 付近、すなわち青色波長域における 0.4 となる。これは、 40% の光が散乱することを表している。これより、半径 25 nm の球状銀粒子を屈折率 1.49 である媒質中に分散させることにより、青色波長域の光を選択的に散乱させることが可能な波長選択性を備えた光拡散層を実現可能であるといえる。ここで、ピーク散乱係数に影響を及ぼす要因は、球状銀粒子の数密度や拡散膜の膜厚よりも単位面積あたりの球状銀粒子の重量であり、この場合は、 1.5 mg / ft^2 、すなわち 0.135 mg / m^2 である。

次に、この拡散膜を実施例 1 におけるプロジェクター用スクリーン 51 の光学薄膜 53 上に配置したときを検討すると、第 16 図のようになり、青色波長域の光の散乱率が他の波長域に比べて向上していることが判る。これより、上述した光拡散層を実施例 1 におけるプロジェクター用スクリーン 51 の光学薄膜 53 上に設けることで、青色波長域における散乱特性が良好で視認性に優れたプロジェクター用スクリーンを実現可能であるといえる。なお、第 16 図において縦軸は散乱率及び反射率と散乱率との合計を示している。

[実施例 5]

実施例 5 では、金属微粒子として球状銅粒子を用いて分光散乱特性を有する光拡散層及びこれを備えたプロジェクター用スク

リーンについて検討した。まず、銅の複素屈折率の実部 n 、すなわち屈折率と虚部 k 、すなわち消衰係数の値は第 17 図に示すとおりである。第 17 図において縦軸は実部 n と虚部 k の値を示し、横軸は波長を示す。

5 ここで、半径 49 nm の球状銀粒子を屈折率が 1.6 である媒質中に分散させたとき、散乱断面積を投影面積で除した散乱効率は第 18 図のようになる。散乱効率は、1 個の球状銀粒子に対して複素屈折率を用いてミー散乱の計算より求めた。第 18 図において、縦軸は散乱効率、すなわち投影面積の何倍散乱させることが
10 できるかを示す。第 18 図より、散乱効率は波長 632 nm において最大となり、投影面積の略 6 倍程度の光を散乱可能であることが判る。

次に、この球状銅粒子を数密度 0.8×10^{10} 個 / cm^3 となるように同様の媒質中に分散させて拡散膜を形成した。拡散膜の
15 膜厚は略 550 μm とした。そして、このように形成した拡散膜を多重散乱させたときの散乱係数は調べた。その結果を第 19 図に示す。第 19 図において縦軸は散乱係数を示す。第 19 図よりピーク散乱係数は、波長 640 nm 付近、すなわち赤色波長域における 0.3 となる。これは、30% の光が散乱することを表している。
20 これより、半径 49 nm の球状銅粒子を屈折率 1.6 である媒質中に分散させることにより、赤色波長域の光を選択的に散乱させることが可能な波長選択性を備えた光拡散層を実現可能であるといえる。

次に、この拡散膜を実施例 1 におけるプロジェクター用スクリーン 51 の光学薄膜 53 上に配置したときを検討すると、第 20
25 図のようになり、赤色波長域の光の散乱率が他の波長域に比べて

向上していることが判る。これより、上述した光拡散層を実施例 1 におけるプロジェクター用スクリーン 5 1 の光学薄膜 5 3 上に設けることで、赤色波長域における散乱特性が良好で視認性に優れたプロジェクター用スクリーンを実現可能であるといえる。

5 なお、第 20 図において縦軸は散乱率及び反射率と散乱率との合計を示している。

また、実施例 4 の球状銀粒子を用いた光拡散層と実施例 5 の球状銅粒子を用いた光拡散層とを重ねあわせて実施例 1 のプロジェクター用スクリーン 51 に用いた場合の特性は第 21 図に示すようになる。第 21 図より、波長 457 nm 近傍の青色波長域及び波長 642 nm 近傍の赤色波長域においては、散乱率が向上しており良好な視認性を得られることが判る。

一方、波長 532 nm 近傍の緑色波長域においては、青色波長域及び赤色波長域に比べて散乱率が低くなっており、視認性が若干劣ることが判る。このような場合には、実施例 6 及び実施例 7 で説明するような補助的手段を用いることにより緑色波長域の散乱率を補い、視認性のバランスの良いプロジェクター用スクリーン 51 を構成することができる。

[实施例 6]

20 実施例 6 では、金属微粒子として球状金粒子を用いて分光散乱特性を有する光拡散層及びこれを備えたプロジェクター用スクリーンについて検討した。まず、金の複素屈折率の実部 n 、すなわち屈折率と虚部 k 、すなわち消衰係数の値は第 22 図に示すとおりである。第 22 図において縦軸は実部 n と虚部 k の値を示し、
25 横軸は波長を示す。

ここで、半径 20 nm の球状金粒子を屈折率が 1.49 である

媒質中に分散させたときの、散乱断面積を投影面積で除した散乱効率は第 23 図のようになる。散乱効率は、1 個の球状金粒子に対して複素屈折率を用いてミー散乱の計算より求めた。第 23 図において、縦軸は散乱効率、すなわち投影面積の何倍散乱させることができるかを示す。第 23 図より、散乱効率は波長 550 nm において最大となることが判る。

次に、この球状銅粒子を数密度 5×10^{11} 個/cm³ となるように同様の媒質中に分散させて拡散膜を形成した。拡散層の膜厚は略 444 μ m とした。そして、このように形成した拡散膜を多重散乱させたときの散乱係数を調べた。その結果を第 24 図に示す。第 24 図において縦軸は散乱係数を示す。第 24 図よりピーク散乱係数は、波長 550 nm 付近、すなわち緑色波長域における 0.3 となる。これは、30% の光が散乱することを表している。これより、半径 20 nm の球状銅粒子を屈折率 1.49 である媒質中に分散させることにより、緑色波長域の光を選択的に散乱させることが可能な波長選択性を備えた光拡散層を実現可能であるといえる。

次に、この拡散膜を実施例 1 におけるプロジェクター用スクリーン 51 の光学薄膜 53 上に配置したときを検討すると、第 25 図のようになり、赤色波長域の光の散乱率が他の波長域に比べて向上していることが判る。これより、上述した光拡散層を実施例 1 におけるプロジェクター用スクリーン 51 の光学薄膜 53 上に設けることで、緑色波長域における散乱特性を向上させることができるといえるが、金属微粒子として球状金粒子を用いた光拡散層は 550 nm 付近での吸収断面積が大きいいため著しい散乱特性の向上は得られず、補助的な微調整としての使用に適してい

る。なお、第 25 図において縦軸は散乱率及び反射率と散乱率との合計を示している。

〔実施例 7〕

5 実施例 7 では、金属微粒子として球状銀粒子を用いて分光散乱特性を有する光拡散層及びこれを備えたプロジェクター用スクリーンについて検討した。まず、銀の複素屈折率の実部 n 、すなわち屈折率と虚部 k 、すなわち消衰係数の値は実施例 4 で述べたとおりである。

10 実施例 7 では、実施例 4 とは異なり半径 40 nm の球状銀粒子を屈折率が 1.6 である媒質中に分散させて光拡散層を構成する。このとき、散乱断面積を投影面積で除した散乱効率は第 26 図のようになる。散乱効率は、1 個の球状銀粒子に対して複素屈折率を用いてミー散乱の計算より求めた。第 26 図において、縦軸は散乱効率、すなわち投影面積の何倍散乱させることができるかを示す。第 26 図より、散乱効率は波長 527 nm において最大となることが判る。

次に、この球状銀粒子を数密度 3×10^{10} 個/cm³ となるように同様の媒質中に分散させて拡散膜を形成した。拡散膜の膜厚は略 87 μ m とした。そして、このように形成した拡散膜を多重散乱させたときの散乱係数を調べた。その結果を第 27 図に示す。第 27 図において縦軸は散乱係数を示す。第 27 図に示すように散乱係数は緩やかなピークを有し、ピーク散乱係数は波長 530 nm 付近、すなわち緑色波長域における 0.2 となる。これは、20% の光が散乱することを表している。これより、半径 40 nm の球状銅粒子を屈折率 1.6 である媒質中に分散させることにより、緑色波長域の光を選択的に散乱させることが可能な波長選

択性を備えた光拡散層を実現可能であるといえる。

次に、この拡散膜を実施例 1 におけるプロジェクター用スクリーン 5 1 の光学薄膜 5 3 上に配置したときを検討すると、第 2 8 図のようになり、赤色波長域の光の散乱率が他の波長域に比べて向上していることが判る。これより、上述した光拡散層を実施例 1 におけるプロジェクター用スクリーン 5 1 の光学薄膜 5 3 上に設けることで、緑色波長域における散乱特性を向上させることができるといえるが、この場合には実施例 4 の場合のように著しい散乱特性の向上は得られず、補助的な微調整としての使用に適している。なお、第 2 8 図において縦軸は散乱率及び反射率と散乱率との合計を示している。

〔実施例 8〕

実施例 8 では、実施例 7 よりもさらにブロードな多重散乱特性を有する場合について検討した。すなわち、実施例 8 では、金属微粒子として球状ニッケル粒子を用いて分光散乱特性を有する光拡散層及びこれを備えたプロジェクター用スクリーンを構成した。まず、ニッケルの複素屈折率の実部 n 、すなわち屈折率と虚部 k 、すなわち消衰係数の値を第 2 9 図に示す。第 2 9 図において縦軸は実部 n と虚部 k の値を示し、横軸は波長を示す。

ここで、半径 49 nm の球状ニッケル粒子を屈折率が 1.6 である媒質中に分散させたときの、散乱断面積を投影面積で除した散乱効率は第 3 0 図のようになる。散乱効率は、1 個の球状ニッケル粒子に対して複素屈折率を用いてミー散乱の計算より求めた。第 3 0 図において、縦軸は散乱効率、すなわち投影面積の何倍散乱させることができるかを示す。第 3 0 図に示すように、散乱効率は大きなカーブを描く緩やかなピークを有し、波長 542

n mにおいて最大となる。

次に、この球状銀粒子を数密度 8×10^9 個 / cm^3 となるように同様の媒質中に分散させて拡散膜を形成した。拡散膜の膜厚は略 $468 \mu\text{m}$ とした。そして、このように形成した拡散膜を多重
5 散乱させたときの散乱係数を調べた。その結果を第 31 図に示す。第 31 図において縦軸は散乱係数を示す。第 30 図に示すように多重散乱させた場合の散乱係数は 1 個の粒子の場合と異なり、第 31 図に示すようにブロードな特性を示し、ピーク散乱係数は 0.1 となる。これは、10% の光が散乱することを表しており、また、
10 青色波長域から赤色波長域までの広い波長域において略同等に散乱特性を向上させることを表している。これより、半径 49 nm の球状ニッケル粒子を屈折率 1.6 である媒質中に分散させることにより、青色波長域から赤色波長域までの広い波長域の光を略同等に散乱させることが可能な散乱特性を備えた光拡散層
15 を実現可能であるといえる。

次に、この拡散膜を実施例 1 におけるプロジェクター用スクリーン 51 の光学薄膜 53 上に配置したときを検討すると、第 32 図のようになり、青色波長域、緑色波長域及び赤色波長域の光の散乱率が他の波長域に比べて若干向上していることが判る。これ
20 より、上述した光拡散層を実施例 1 におけるプロジェクター用スクリーン 51 の光学薄膜 53 上に設けることで、緑色波長域における散乱特性を向上させることができるといえるが、この場合には著しい散乱特性の向上は得られず、補助的な微調整としての使用に適している。なお、第 32 図において縦軸は散乱率及び反射
25 率と散乱率との合計を示している。

なお、上述の実施形態においては、主に狭帯域三原色波長域光

を投影して画像を表示する例について説明したが、本発明の投影用スクリーンは狭帯域の三原色波長域光に限らず、レーザーなどと比較して発光波長に広がりのある例えば発光ダイオードの如き発光素子を光源に使用することも可能である。また、帯域に広
5 がりがあるような光源をフィルター、非線形光学素子又は非線形光学薄膜などを組み合わせることで、その波長を三原色のよう
に可視領域内で分けたものであっても良い。すなわち、本発明は波長の広がりがあるものの、それがある程度狭い光源を有する
LEDプロジェクターや、一般的な三原色波長域光を用いる他の
10 方式のプロジェクターにも使用できる。また、単色光源にも有効に用いることができる。

本発明にかかる投影用スクリーンは、狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、上記狭帯域
三原色波長域光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域
15 光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を支持体上に備えてなるものである。

以上のように構成された本発明に係る投影用スクリーンは、上記のような光学薄膜を備えるため、狭帯域三原色波長域光は反射
され、これ以外の波長域の光はおよそ光学薄膜を透過する。

したがって、この投影用スクリーンにおいては、通常のスクリ
ーンに比べて大幅に外光の反射を抑えることができ、その結果、
投影用スクリーン上に形成される画像のコントラストの低下や
外光の映り込みを効果的に低減することができるとともに明る
い画像を得ることができる。したがって、本発明にかかる投影用
20 スクリーンによれば、映写環境が明るい場合においても明瞭な画
像が得られ、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供

することが可能となる。

- また、所要の波長域を有する光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域の光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を支持体上に備える構成であっても良く、同
- 5 様に所要の波長域を有する光はその主たる波長域で反射され、これ以外の波長域の光はおよそ光学薄膜を透過する。従って、所要の波長域を有する光に対しても明瞭な画像が得られ、本発明によれば、映写環境の明るさに影響されずに明瞭な画像を提供することが可能となる。

請求の範囲

1. 狭帯域三原色波長域光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、

- 5 上記狭帯域三原色波長域光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域光以外の可視波長域光に対しては高透過特性を有する光学薄膜を備えることを特徴とする投影用スクリーン。

2. 上記光学薄膜が、高屈折率層と低屈折率層とを交互に重ねた誘電体多層膜からなり、且つ該誘電体多層膜の各層の屈折率を
10 n 、各層の膜厚を d としたとき、該誘電体多層膜の各層の光学的厚み nd が上記狭帯域三原色波長域光の各波長 λ に対して下記の式(1)の条件を満たすことを特徴とする請求の範囲第1項記載の投影用スクリーン。

15
$$nd = \lambda (\alpha \pm 1/4) \quad (\alpha \text{ は自然数}) \quad \dots (1)$$

3. 上記誘電体多層膜の各層の光学的厚み nd が、 $1.462 \mu\text{m} \sim 1.467 \mu\text{m}$ の範囲とされることを特徴とする請求の範囲第2項記載の投影用スクリーン。

4. 上記誘電体多層膜は、上記狭帯域三原色波長域光の入射側及びその反対側の最外層が高屈折率層とされることを特徴とする
20 請求の範囲第2項記載の投影用スクリーン。

5. 上記高屈折率層が、酸化セリウムからなり、上記低屈折率層が、弗化マグネシウムからなることを特徴とする請求の範囲第2項記載の投影用スクリーン。

25 6. 上記高屈折率層が、酸化ジルコニウムからなり、上記低屈折率層が、弗化マグネシウムからなることを特徴とする請求の範囲

図第 2 項記載の投影用スクリーン。

7. 上記高屈折率層が、硫化亜鉛からなり、上記低屈折率層が、弗化マグネシウムからなることを特徴とする請求の範囲第 2 項記載の投影用スクリーン。

5 8. 上記高屈折率層が、酸化チタニウムからなり、上記低屈折率層が、弗化マグネシウムからなることを特徴とする請求の範囲第 2 項記載の投影用スクリーン。

9. 上記光学薄膜の透過光を吸収する光吸収層を備えることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の投影用スクリーン。

10 10. 上記光吸収層が、黒色塗料を含有してなることを特徴とする請求の範囲第 9 項記載の投影用スクリーン。

11. 上記光吸収層が、黒色塗料を含有して形成された支持体であることを特徴とする請求の範囲第 10 項記載の投影用スクリーン。

15 12. 上記狭帯域三原色波長域光が、レーザー光であることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の投影用スクリーン。

13. 上記狭帯域三原色波長域光が、波長 457 nm の青色レーザー光、波長 532 nm の緑色レーザー光、及び波長 642 nm の赤色レーザー光であることを特徴とする請求の範囲第 12

20 項記載の投影用スクリーン。

14. 上記光学薄膜の最外層上に、または光学薄膜の中間層として光拡散層を備えてなることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の投影用スクリーン。

25 15. 上記光拡散層が、上記狭帯域三原色波長域光に対して高散乱特性を有することを特徴とする請求の範囲第 14 項記載の投影用スクリーン。

16. 上記光拡散層が複数層設けられてなることを特徴とする請求の範囲第14項記載の投影用スクリーン。

17. 上記光拡散層が、銀粒子、銅粒子、金粒子またはニッケル粒子のいずれかを含有してなることを特徴とする請求の範囲
5 第14項記載の投影用スクリーン。

18. 所要の波長域を有する光を投影して画像を表示する投影用スクリーンであって、

上記所要の波長域を有する光に対して高反射特性を有し、少なくとも該波長域を有する光以外の可視波長域光に対しては高透
10 過特性を有する光学薄膜を備えること

を特徴とする投影用スクリーン。

19. 上記光学薄膜が、高屈折率層と低屈折率層とを交互に重ねた誘電体多層膜からなり、且つ該誘電体多層膜の各層の屈折率
を n 、各層の膜厚を d としたとき、該誘電体多層膜の各層の光学的
15 厚み nd が上記波長域を有する光の主たる波長 λ_p に対して
下記の式(2)の条件を満たすことを特徴とする請求の範囲第1
8項記載の投影用スクリーン。

$$nd = \lambda_p (\alpha \pm 1/4) \quad (\alpha \text{ は自然数}) \quad \dots (2)$$

20. 上記誘電体多層膜の各層の光学的厚み nd が、 1.46
20 $2\mu\text{m} \sim 1.467\mu\text{m}$ の範囲とされることを特徴とする請求の
範囲第19項記載の投影用スクリーン。

21. 上記誘電体多層膜は、上記波長域を有する光の入射側及びその反対側の最外層が高屈折率層とされることを特徴とする請求の範囲第19項記載の投影用スクリーン。

22. 上記高屈折率層が、酸化セリウム、酸化ジルコニウム、
25 硫化亜鉛、酸化チタニウム又はこれらの組み合わせの何れかから

なり、上記低屈折率層が、弗化マグネシウムからなることを特徴とする請求の範囲第 19 項記載の投影用スクリーン。

23. 上記光学薄膜の透過光を吸収する光吸収層を備えることを特徴とする請求の範囲第 18 項記載の投影用スクリーン。

5 24. 上記光吸収層が、黒色塗料を含有してなることを特徴とする請求の範囲第 23 項記載の投影用スクリーン。

25. 上記光吸収層が、黒色塗料を含有して形成された支持体であることを特徴とする請求の範囲第 24 項記載の投影用スクリーン。

10 26. 上記波長域を有する光が、それぞれ発光ダイオードが発生させた光であることを特徴とする請求の範囲第 18 項記載の投影用スクリーン。

27. 上記光学薄膜の最外層上に、または光学薄膜の中間層として単数若しくは複数の光拡散層を備えてなることを特徴とする請求の範囲第 18 項記載の投影用スクリーン。

15 28. 上記光拡散層が、銀粒子、銅粒子、金粒子またはニッケル粒子のいずれかを含有してなることを特徴とする請求の範囲第 27 項記載の投影用スクリーン。

1/17

Fig.1

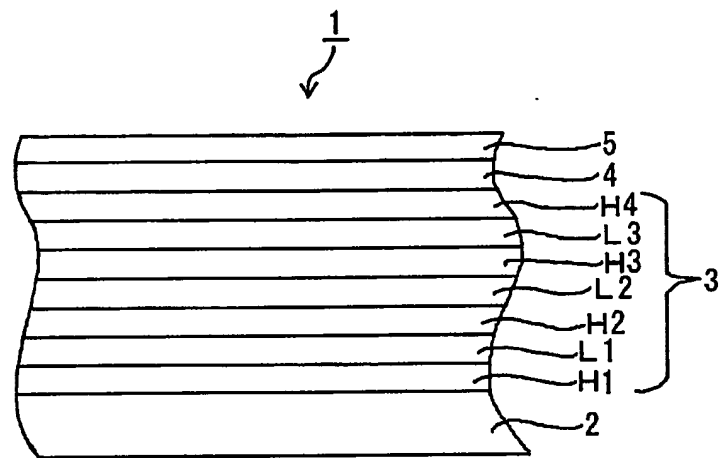
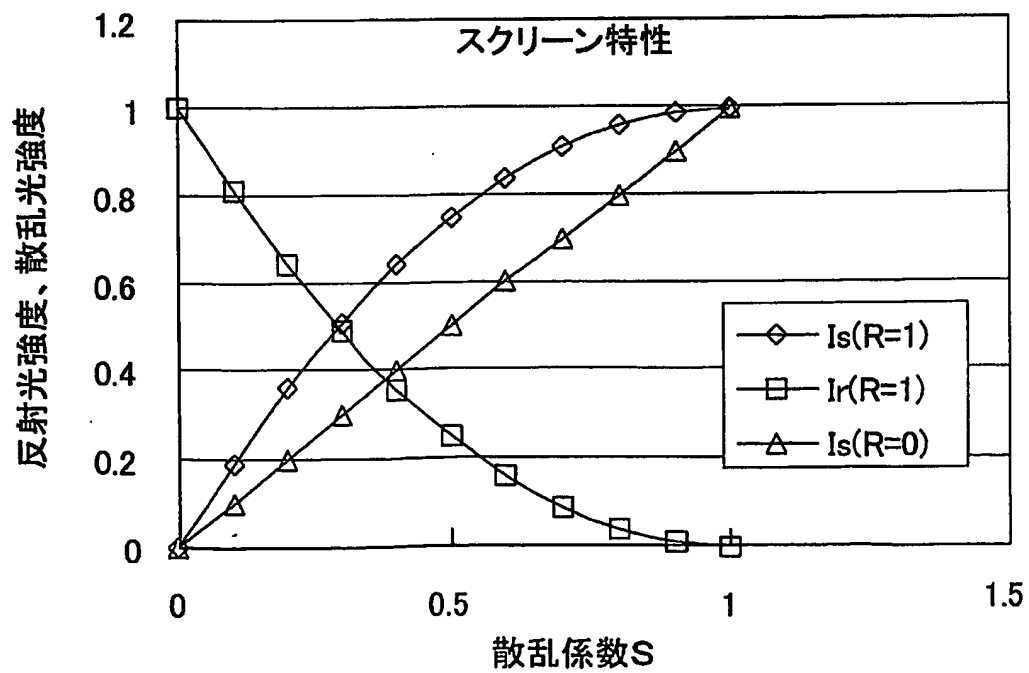
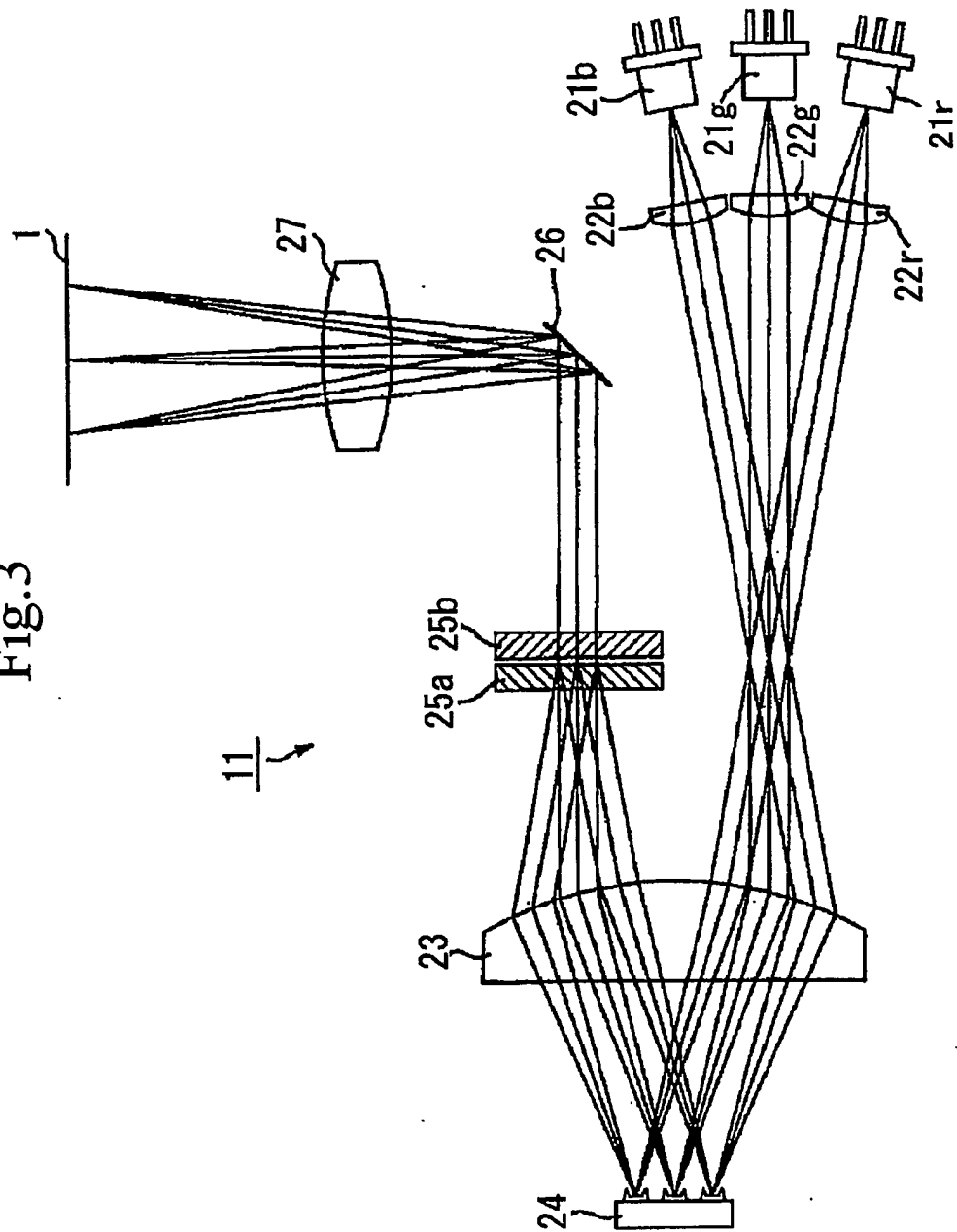


Fig.2



2/17

Fig.3



3/17

Fig.4

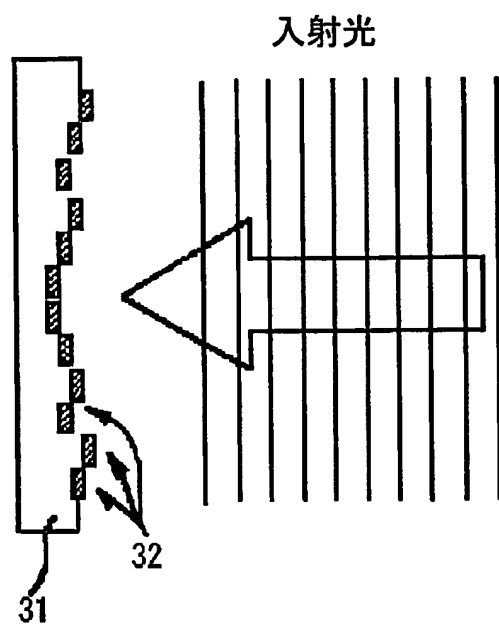
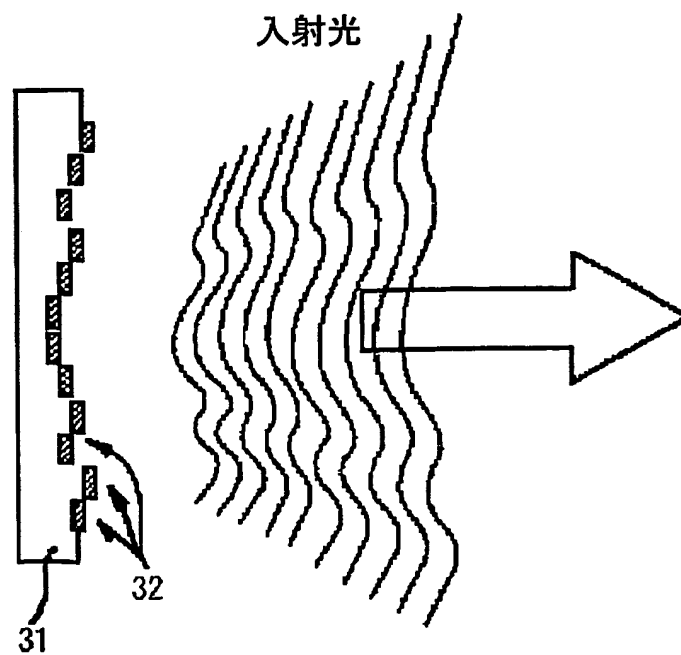
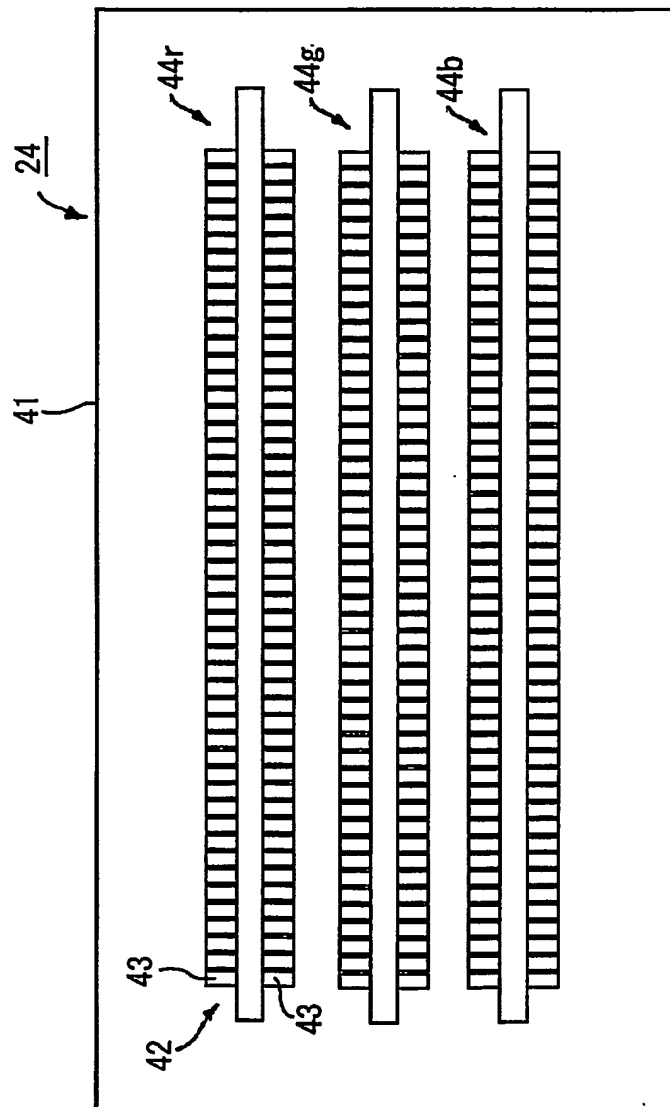


Fig.5



4/17

Fig.6



5/17

Fig.7

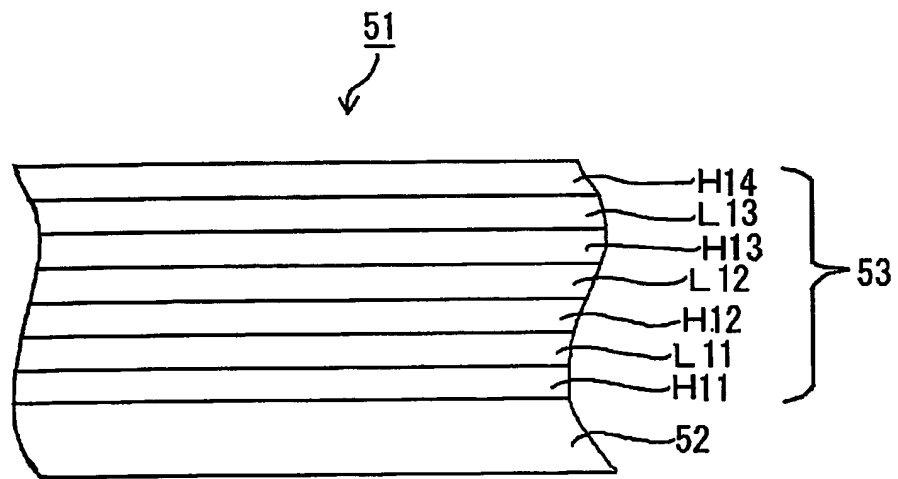
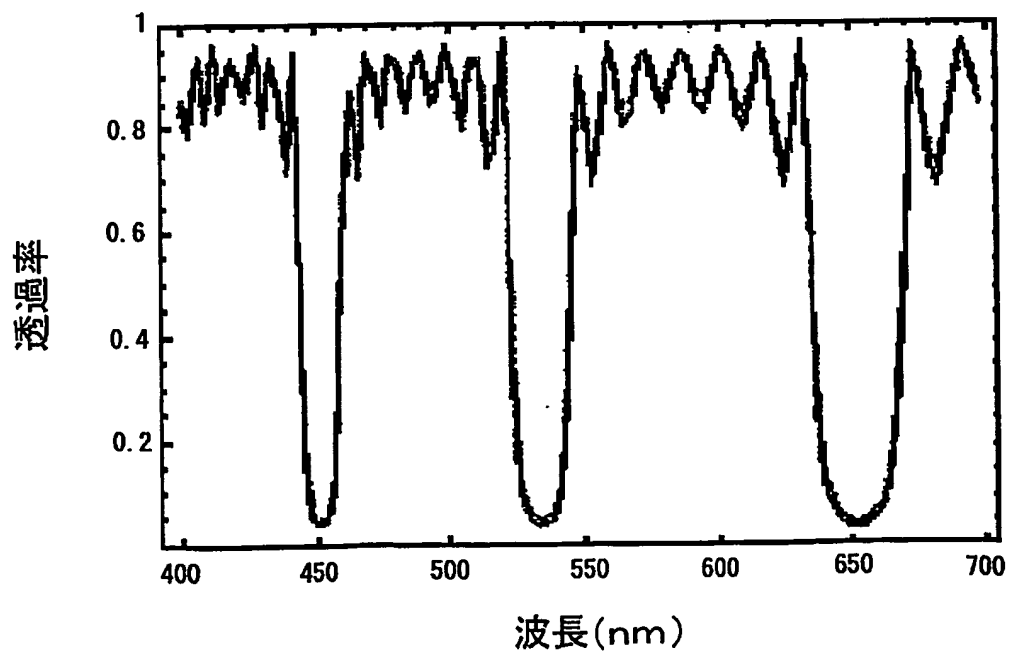


Fig.8



6/17

Fig.9

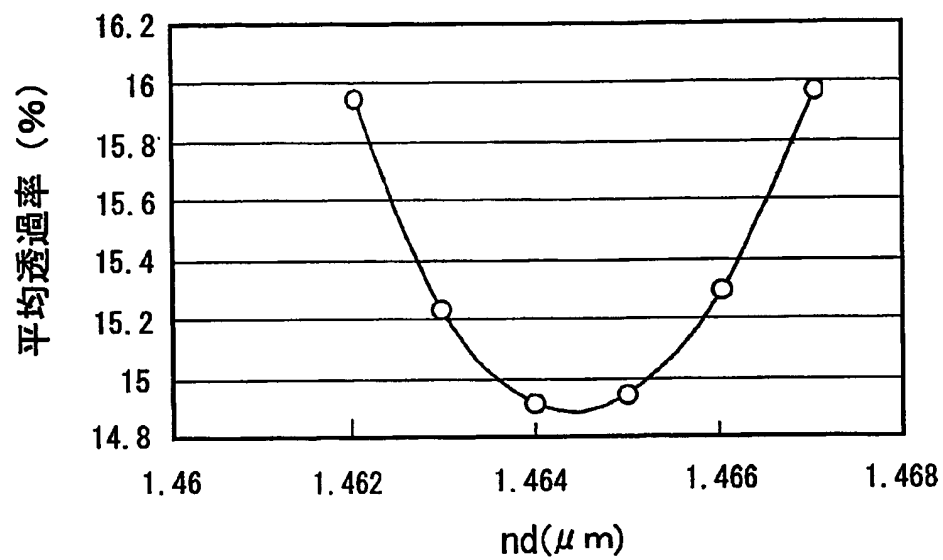
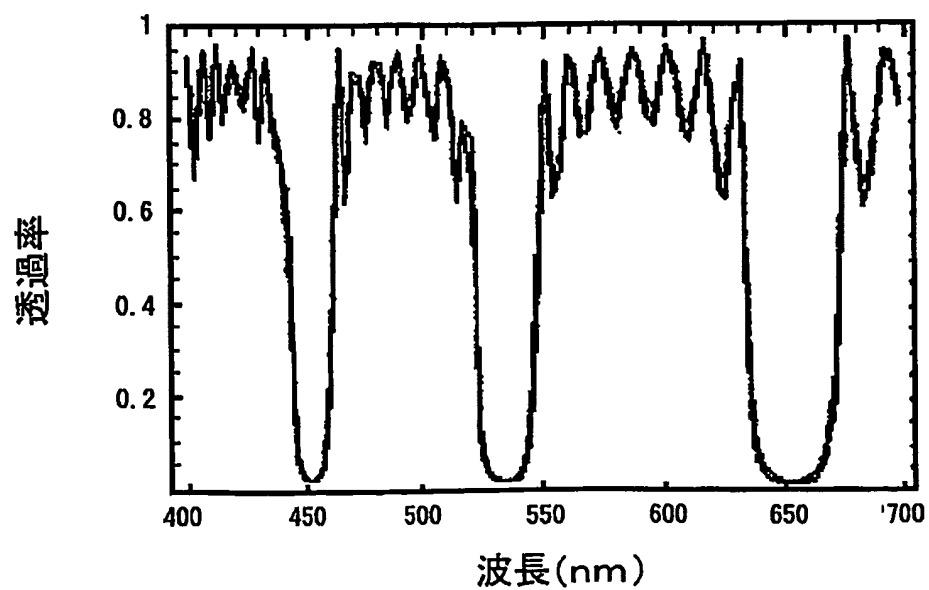


Fig.10



7/17

Fig.11

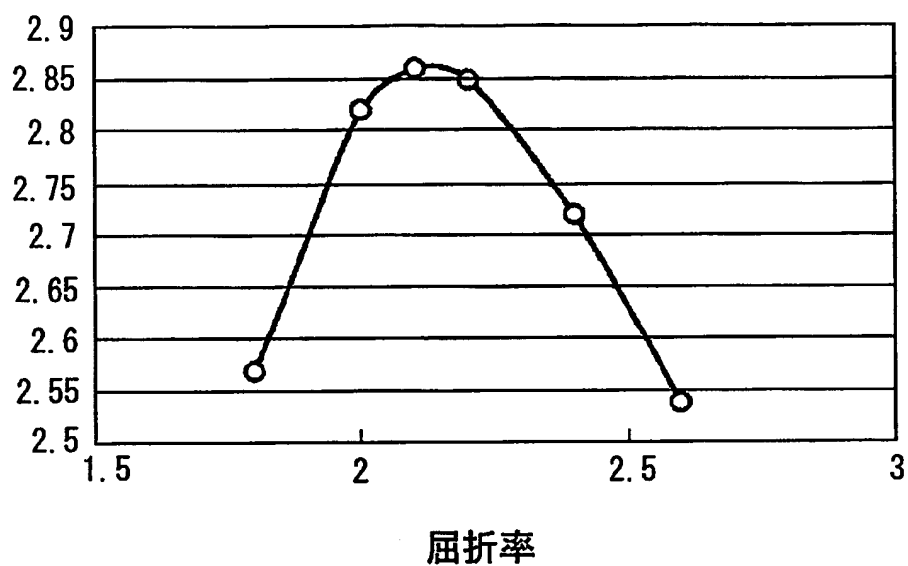
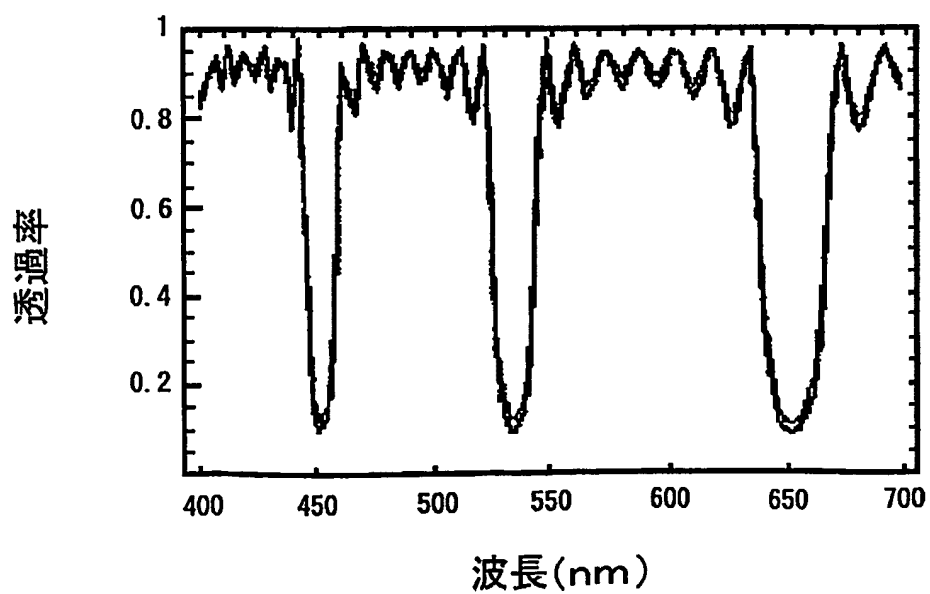


Fig.12



8/17

Fig.13

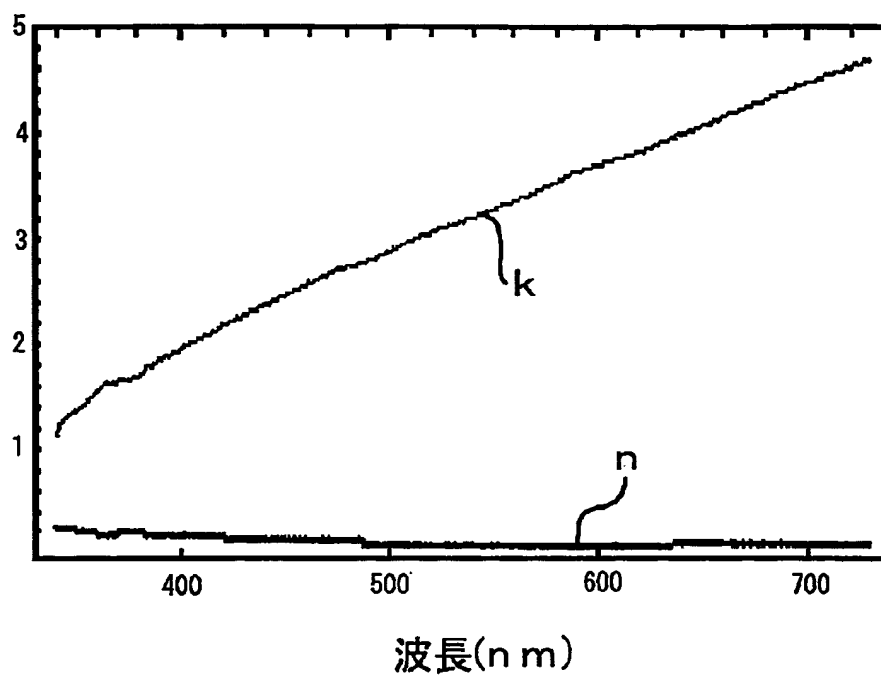
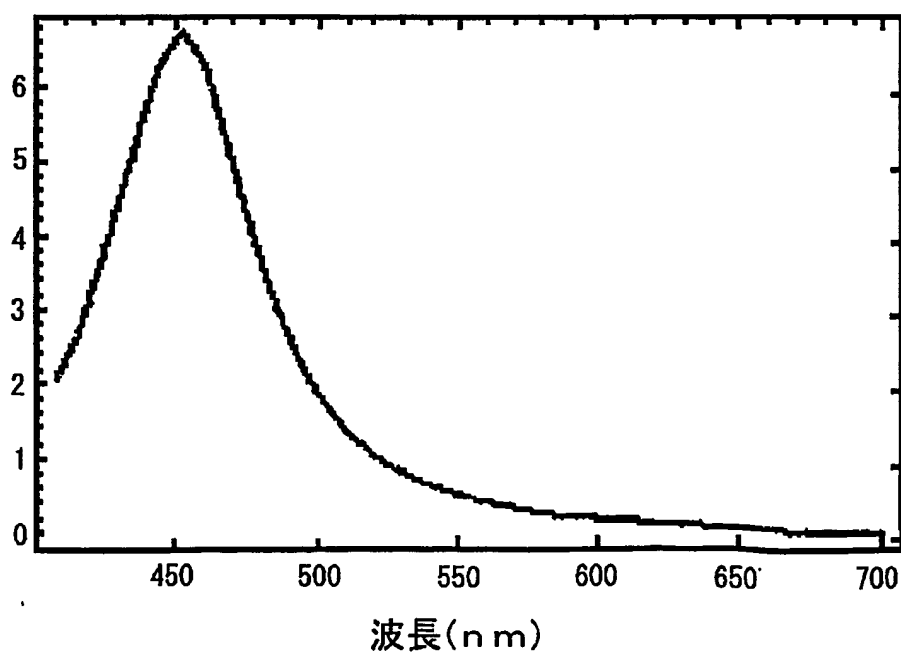


Fig.14



9/17

Fig.15

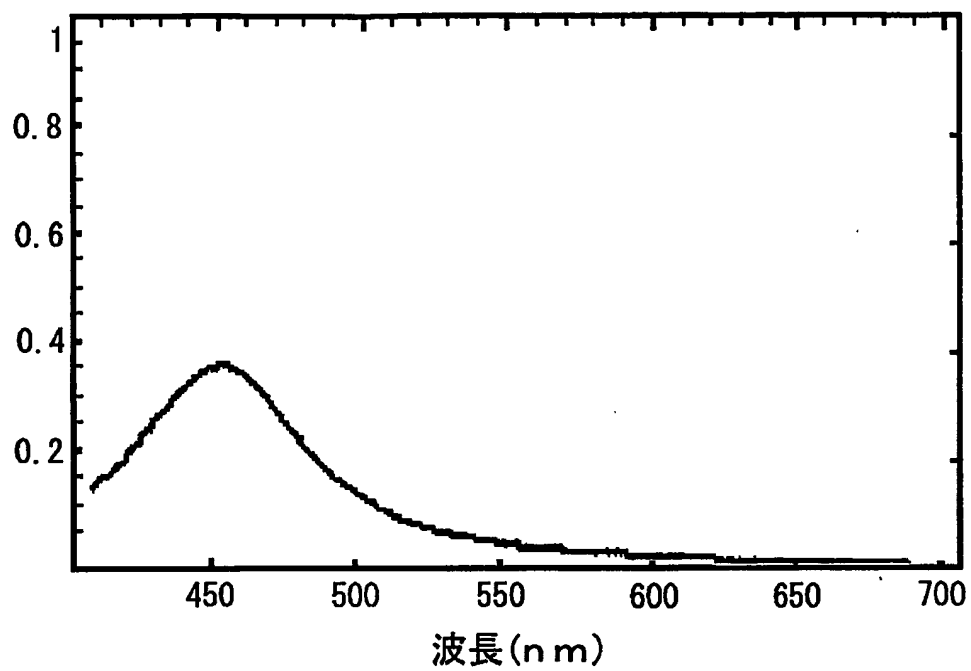
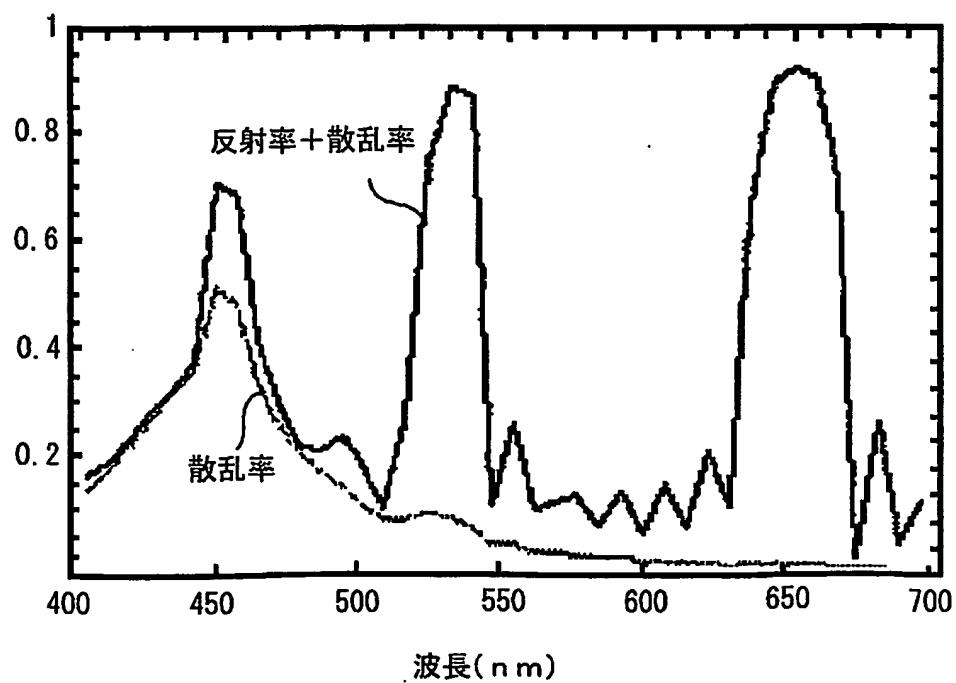


Fig.16



10/17

Fig.17

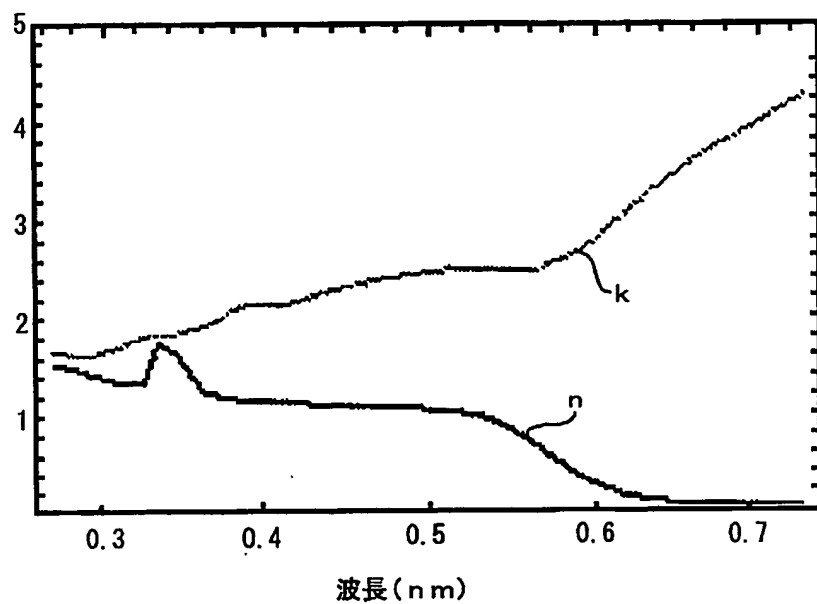
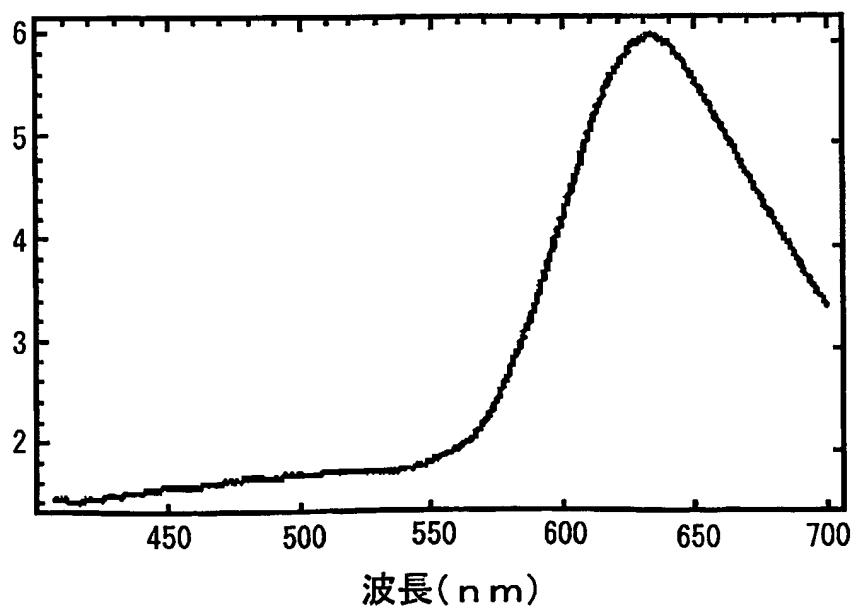


Fig.18



11/17

Fig.19

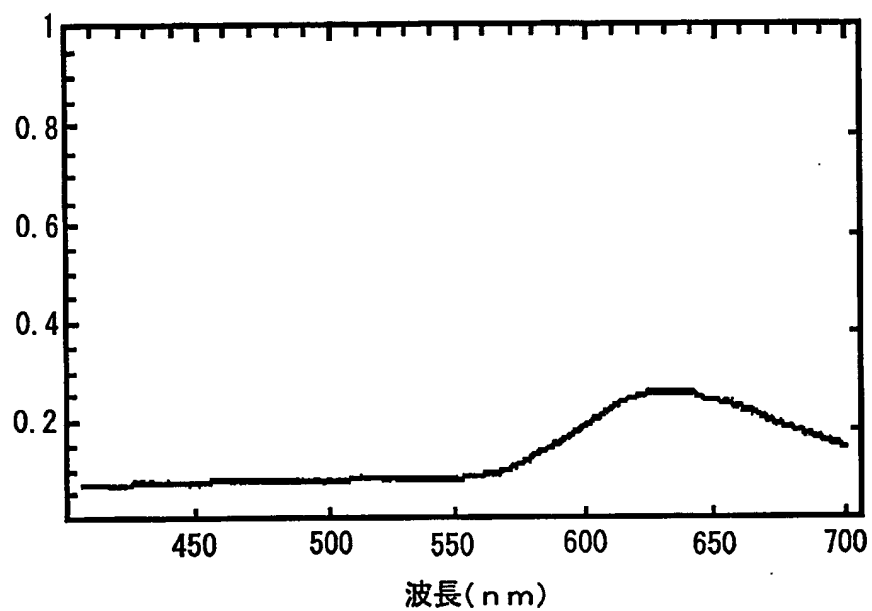
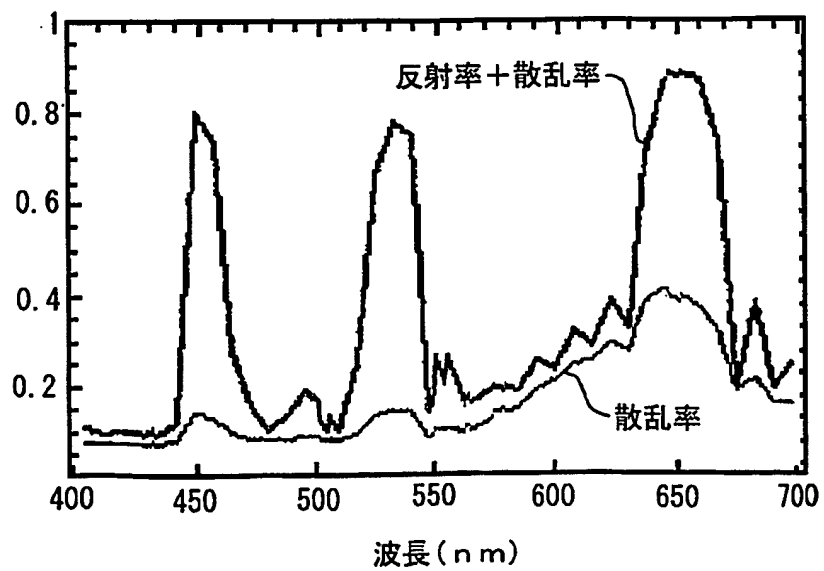


Fig.20



12/17

Fig.21

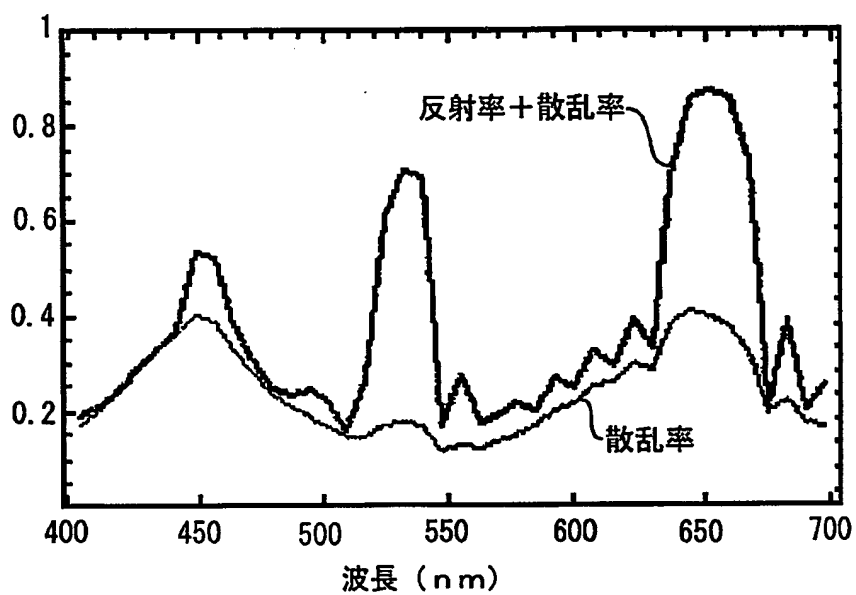
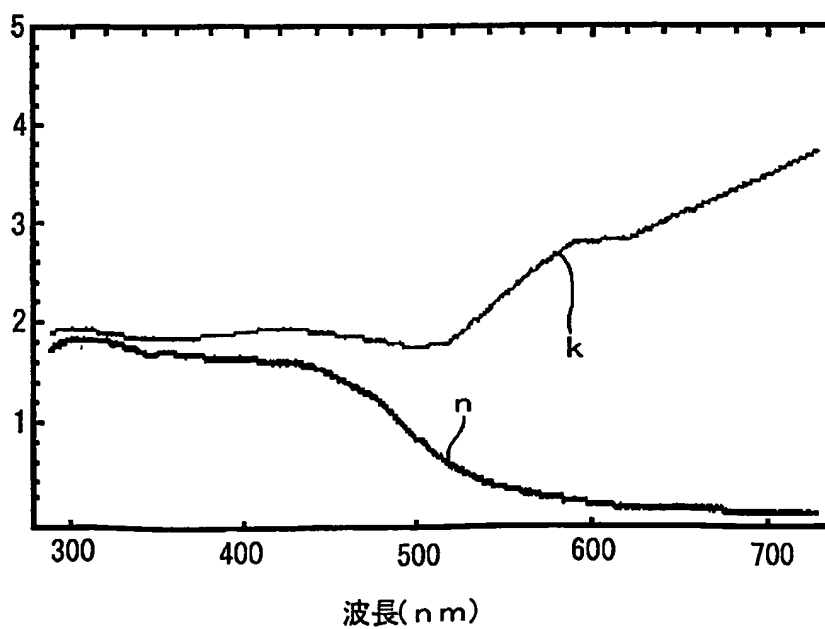


Fig.22



13/17

Fig.23

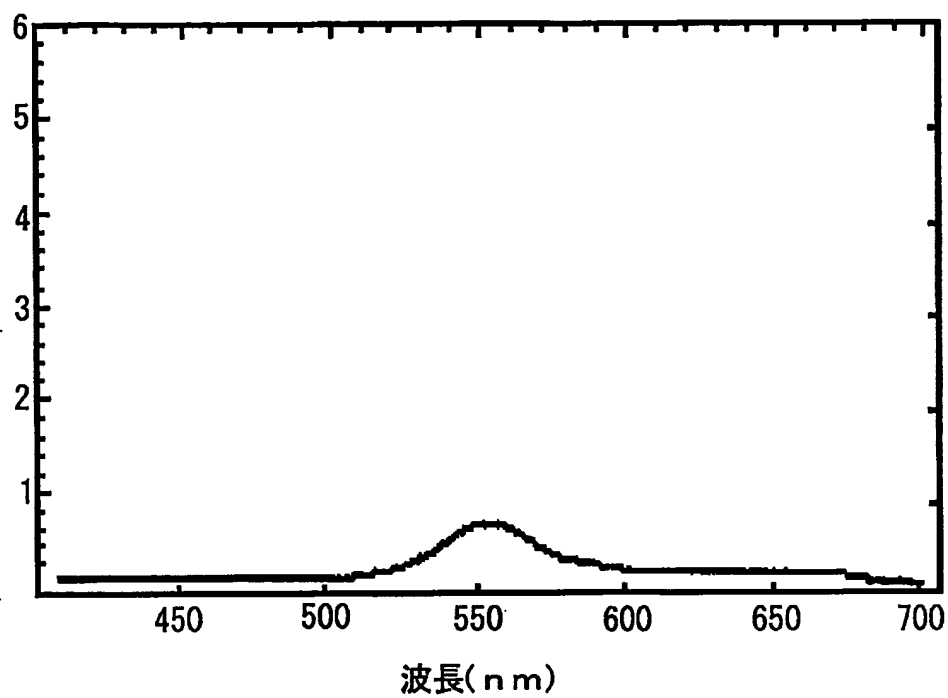
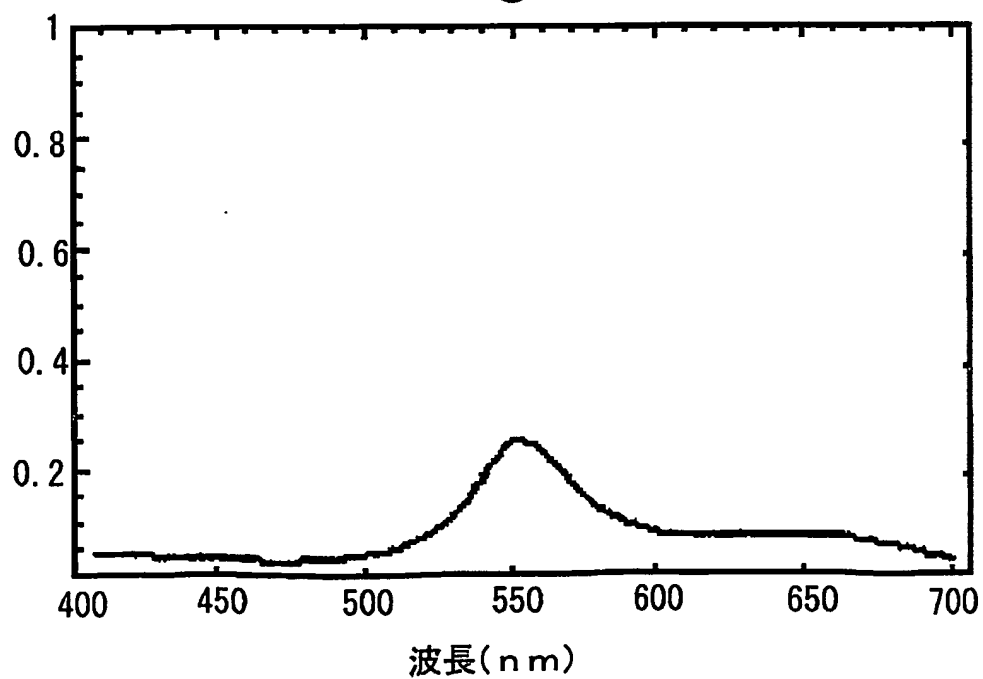


Fig.24



14/17

Fig.25

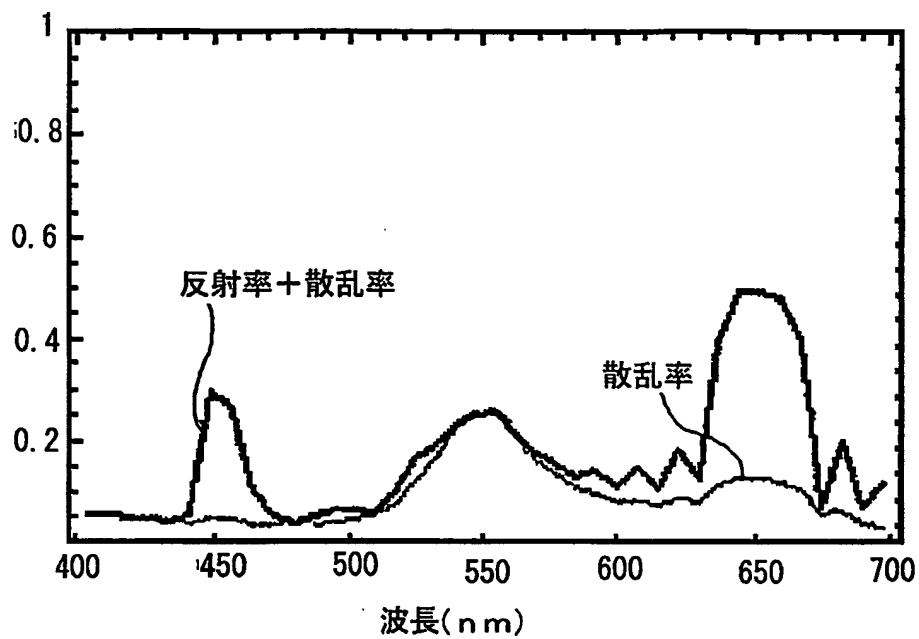
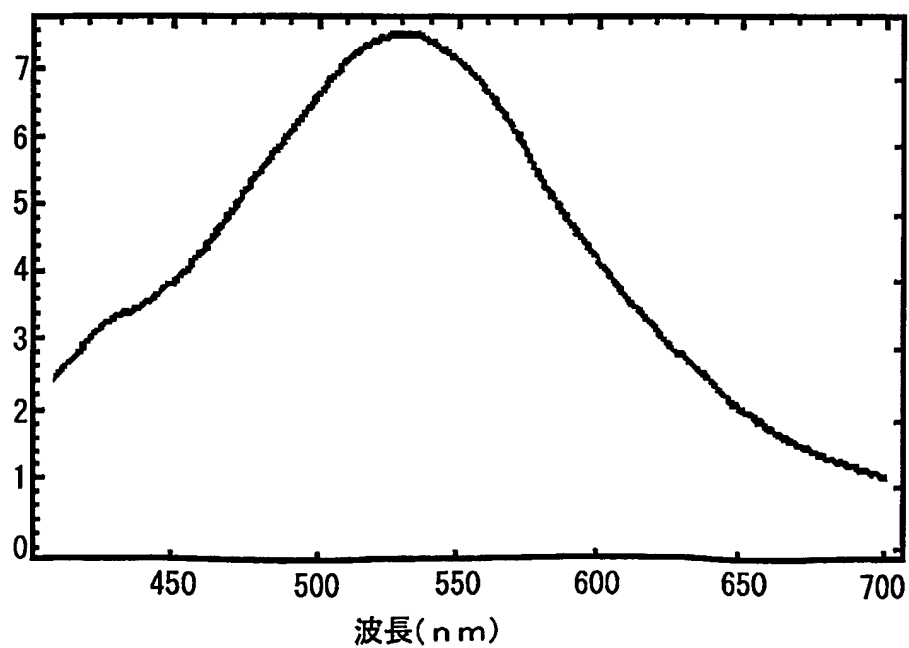


Fig.26



15/17

Fig.27

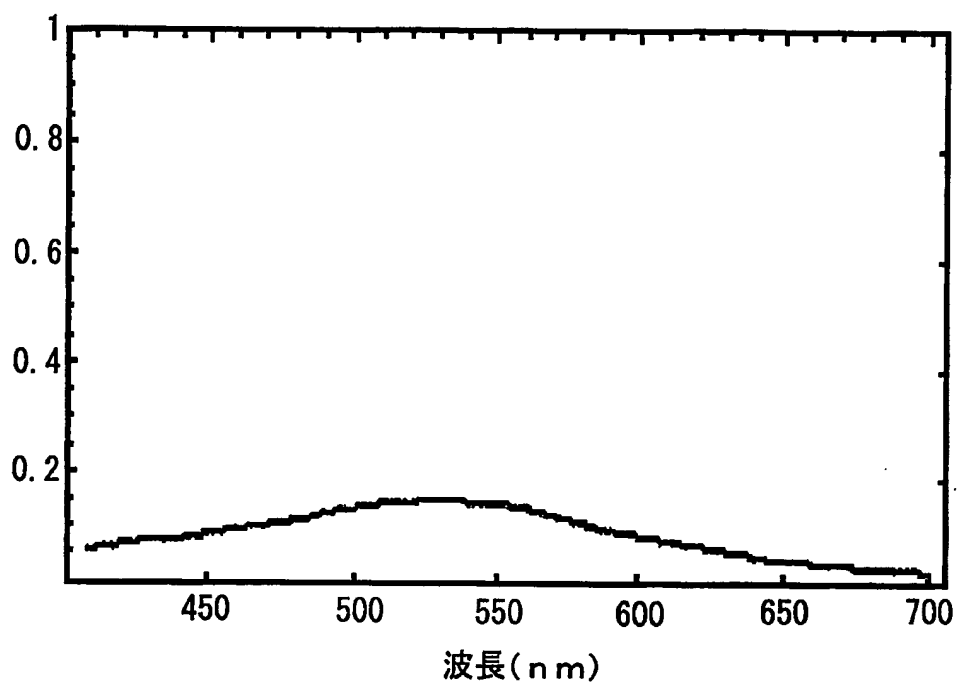
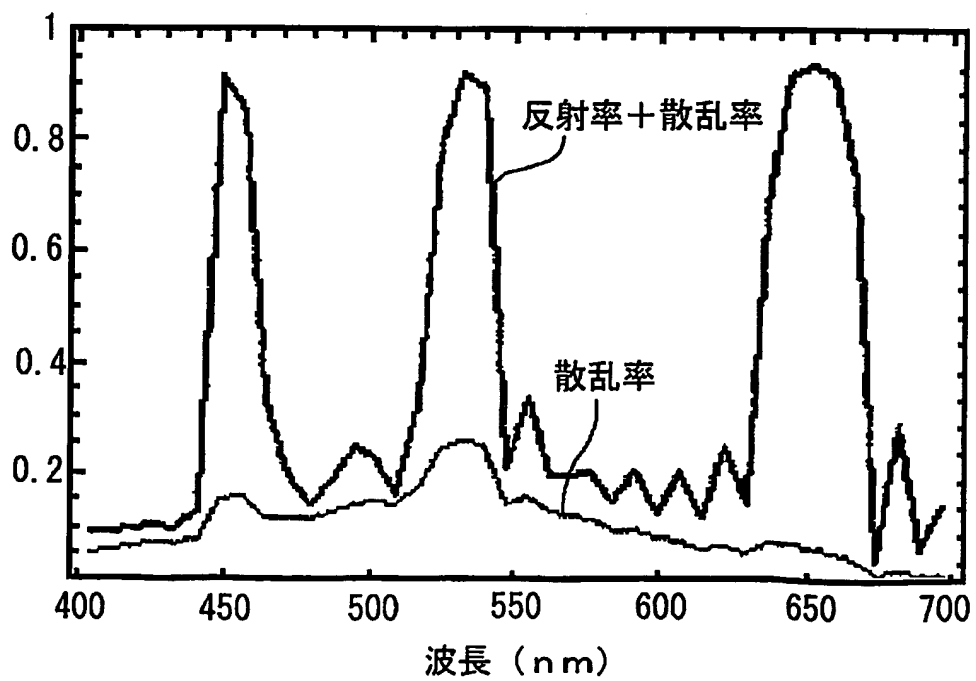


Fig.28



16/17

Fig.29

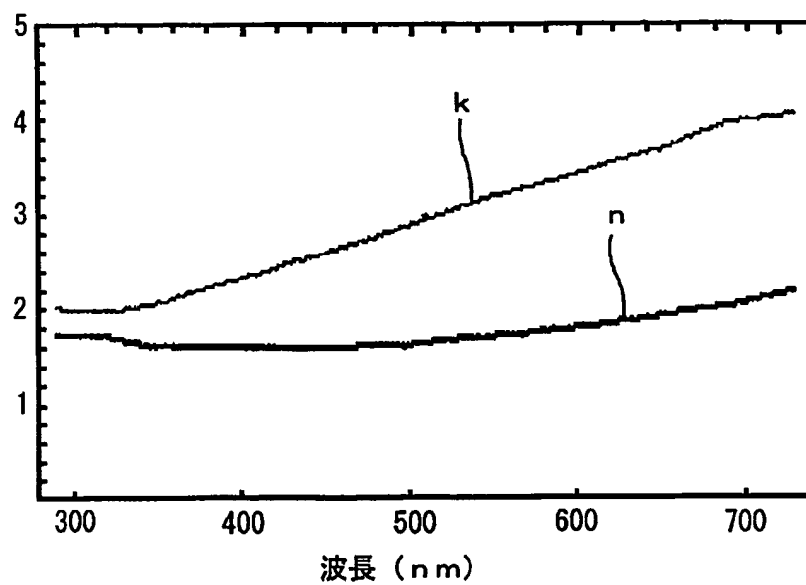
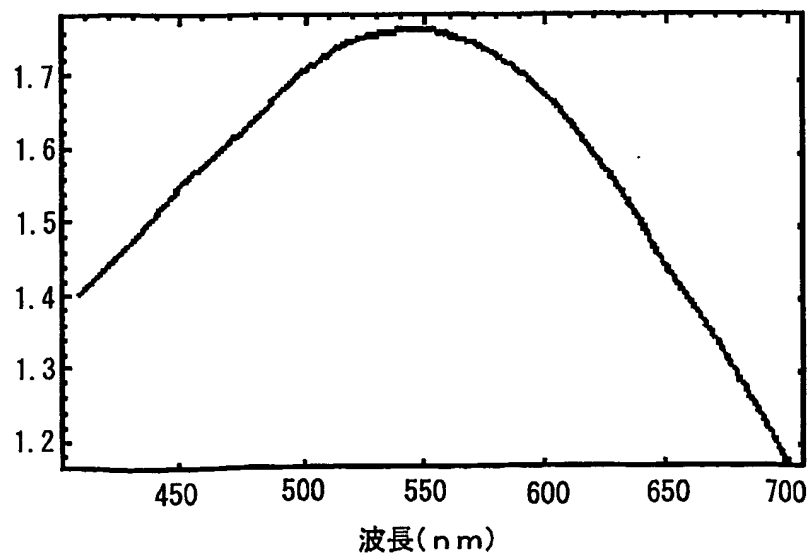


Fig.30



17/17

Fig.31

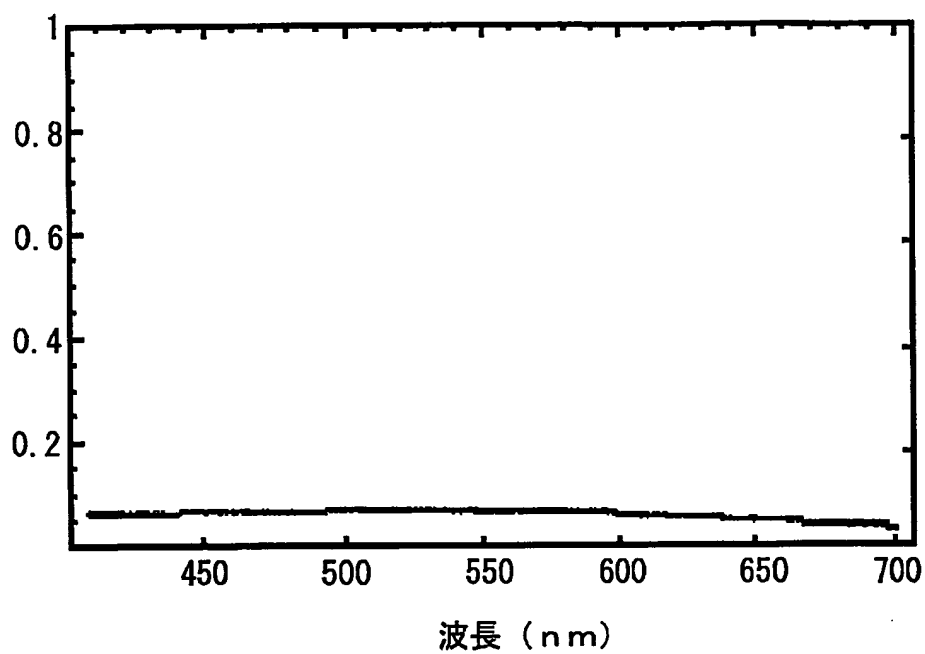
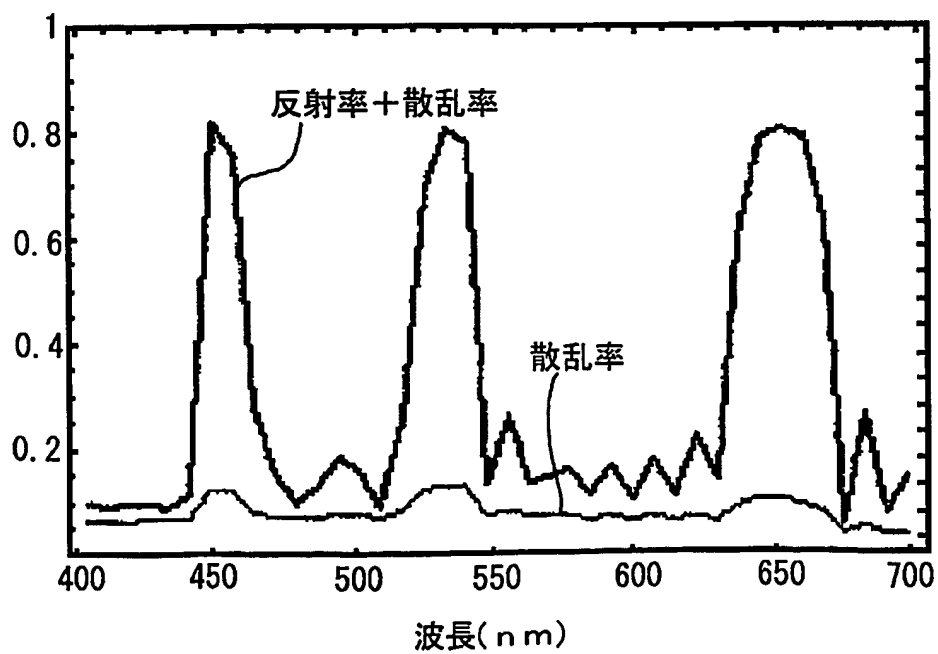


Fig.32



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/03090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G03B21/60

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G03B21/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 5715083 A (Hitachi, Ltd.), 03 February, 1998 (03.02.98), Full text; all drawings & JP 08-015779 A	1, 9-13, 18, 23-26 2, 4-8, 19, 21-22 3, 14-17, 20, 27-28
X Y A	JP 11-015079 A (Seiko Epson Corp.), 22 January, 1999 (22.01.99), Full text; all drawings (Family: none)	1, 9-13, 18, 23-26 2, 4-8, 19, 21-22 3, 14-17, 20, 27-28

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Date of the actual completion of the international search
10 April, 2003 (10.04.03)

Date of mailing of the international search report
22 April, 2003 (22.04.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/03090

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 06-289491 A (Toshiba Corp.), 18 October, 1994 (18.10.94), Full text; all drawings (Family: none)	1, 9-13, 18, 23-26 2, 4-8, 19, 21-22 3, 14-17, 20, 27-28
Y	JP 60-140201 A (Toshiba Glass Kabushiki Kaisha), 25 July, 1985 (25.07.85), Full text; all drawings (Family: none)	2, 4, 19, 21
Y	JP 63-147108 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 20 June, 1988 (20.06.88), Full text; all drawings (Family: none)	2, 4, 19, 21
Y	JP 07-007129 B2 (Matsushita Electric Works, Ltd.), 30 January, 1995 (30.01.95), Column 3, lines 38 to 45 (Family: none)	5-8, 22

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G03B21/60

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G03B21/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 5715083 A (Hitachi, Ltd.) 1998. 02. 03、全文、全図 & JP 08-015779 A	1, 9-13, 18, 23-26
Y		2, 4-8, 19, 21-22
A		3, 14-17, 20, 27-28

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 04. 03

国際調査報告の発送日

22.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐竹 政彦

2M 2911

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-015079 A (セイコーエプソン株式会社) 1999. 01. 22、全文、全図 (ファミリーなし)	1, 9-13, 18, 23-26
Y		2, 4-8, 19, 21-22
A		3, 14-17, 20, 27-28
X	JP 06-289491 A (株式会社東芝) 1994. 10. 18、全文、全図 (ファミリーなし)	1, 9-13, 18, 23-26
Y		2, 4-8, 19, 21-22
A		3, 14-17, 20, 27-28
Y	JP 60-140201 A (東芝硝子株式会社) 1985. 07. 25、全文、全図 (ファミリーなし)	2, 4, 19, 21
Y	JP 63-147108 A (松下電器産業株式会社) 1988. 06. 20、全文、全図 (ファミリーなし)	2, 4, 19, 21
Y	JP 07-007129 B2 (松下電工株式会社) 1995. 01. 30、第3欄第38行目～第45行目 (ファミリーなし)	5-8, 22

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.